نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷ / صفحات: ۴۸-۳۹

تأثیر استفاده از کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر عملکرد رشد و ترکیب اسیدهای آمینه لاشه

احمد میراحمدی شلمزاری[۱]، *اسماعیل پیرعلی خیرآبادی[۱]، سید پژمان حسینی شکرابی[۲]، مهرداد فتح‌اللهی[۱] و امین آوازه[۳]

[۱]گروه شیلات، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، [۲]گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، [۳]گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، البرز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۰

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور جایگزینی آرد ماهی تا ۵ درصد با پروتئین تغلیظ‌شده ذرت (امپریال®) در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با بر برخی فاکتورهای رشد و پروفایل اسیدهای آمینه لاشه ماهی انجام گرفت. در این پژوهش ۲۰۰۰ قطعه ماهی (وزن اولیه ۵±۳۰۰ گرم) با جیره پایه واجد آرد ماهی (شاهد) و جیره آزمایشی واجد ۵ درصد امپریال به‌عنوان جایگزین آردماهی در ٦ استخر با تراکم ١٦ عدد ماهی در مترمکعب در شرایط کاملاً مشابه به‌مدت ۵۰ روز تغذیه شدند. نتایج بیومتری نشان داد که ماهیان تغذیه شده با خوراک حاوی کنسانتره ذرت امپریال از نظر ضریب تبدیل خوراک (۰/۰۷±۰/۹۹)، شاخص بهره‌وری خوراک (۰/۷۷±۳٤/۳۸) و درصد بقا (۰/۸۵±۹۹) نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره پایه وضعیت برتری داشتند (P<۰/۰۵). اما در سایر شاخص‌های رشد و تغذیه اختلاف آن‌ها معنادار نبود (P>۰/۰۵). همچنین آنالیز اسیدهای آمینه فیله ماهیان تغییر معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. با توجه به این‌که در سطح جایگزینی ۵ درصد برخی از شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، شاخص کبدی، نسبت بازده پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه لاشه تغییر معنی‌داری نکردند اما شاخص‌های دیگر مانند ضریب تبدیل غذایی، بهره‌وری خوراک و درصد بقا بهبود یافتند. بنابراین جایگزینی آرد ماهی با امپریال در سطح ۵ درصد بدون تأثیر منفی بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده امکان‌پذیر است. اما پژوهش‌های بیش‌تر در خصوص جایگزینی با سطوح بالاتر پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امپریال، پروتئین ذرت، جایگزین آرد ماهی، رشد، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

مقدمه

آرد ماهی به‌علت دارا بودن اسیدهای آمینه ضروری و متعادل به‌میزان زیاد صنعت غذای آبزیان استفاده می‌شود اما با توجه به رشد سریع آبزی‌پروری و روند روبه کاهش صید آبزیان از دریاها، به‌تدریج آرد ماهی به منبع گران‌قیمتی تبدیل شده و بنابراین استفاده از پروتئین‌های گیاهی جهت توسعه تولید غذای ماهی با قیمت پایین گسترش پیدا خواهد کرد (Rosenlund و همکاران، ۲۰۰۱؛ Francesco و همکاران، ۲۰۰٤؛ Gatlin و همکاران، ۲۰۰۷). طبق برآورد سازمان بین‌المللی آرد ماهی و روغن ماهی (IFFO) پیش‌بینی‌ها بیانگر آن است که به اجبار میزان مصرف آرد ماهی در مراکز آبزی‌پروری دنیا از ٤۳۰۰

* نویسنده مسئول: esmaeil-pirali@yahoo.com

هزار تن به ۲۳۸۲ هزار تن در سال ۲۰۲۰ تنزل خواهد یافت و از رشد منفی ٤٤/٥ درصدی برخوردار خواهد بود (IFFO، ۲۰۰۸).

منابع پروتئین گیاهی می‌تواند به‌صورت نسبی یا کامل جایگزین آرد ماهی در جیره آبزیان شود به‌شرطی که نیاز اسیدهای آمینه گونه آبزی موردنظر را تأمین نموده و سبب کاهش عملکرد رشد، طعم و خوش‌خوراکی نگردد، همچنین میزان عناصر ضدغذایی (شامل اسیدفیتیک، کربوهیدرات‌هایی مانند اولیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای) منابع گیاهی نیز باید کاهش یابد (Bell و همکاران، ۲۰۰۲). مطابق اکثر گزارش‌های پیشین اعلام شده حدود امکان جایگزینی بهینه منابع گیاهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یا سایر ماهیان با رژیم گوشت‌خوار بین ٦٠-٤٠ درصد به دلایل ترکیبات ضدتغذیه‌ای می‌باشد. چرا که عموماً سطوح بالای اجزای گیاهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اثرات منفی بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای ماهیان دارد (Ballestrazzi و همکاران، ۱۹۹٤؛ Barrows و همکاران، ۲۰۰۷؛ Kikuchi، ۱۹۹۹؛ N.R.C.، ۲۰۰۳؛ Pereira و Oliva-Teles، ۲۰۰۳؛ Pierce و همکاران، ۲۰۰۸). در این راستا تعداد معدودی از پژوهشگران نیز موفق به جایگزینی کامل آرد ماهی با منابع پروتئین گیاهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بدون تأثیرات منفی بر شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای ماهیان شده‌اند (Sargent و همکاران، ۱۹۹۹؛ Aksnes و همکاران، ۲۰۰٤؛ Gomes و همکاران، ۱۹۹٥).

گلوتن ذرت محصولی است که از ضایعات نشاسته و شیره ذرت تهیه شده و با توجه به نوع فراوری و واریته گیاه به‌کار رفته در فرایند استخراج منبعی غنی از پروتئین (۸۰-٤۳ درصد) به‌شمار می‌آید و این محصول در مقایسه با سایر منابع پروتئین گیاهی منبعی غنی از متیونین (۱/٦-۱/٥ درصد)، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع (اسید لینولئیک) و کاروتنوئیدها (گزانتوفیل‌ها) محسوب می‌گردد (Jackson، ۲۰۰۷؛ Krogdahl و همکاران، ۲۰۰۳؛ Menghe و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعات متعددی در خصوص جایگزینی گلوتن ذرت به‌جای آرد ماهی در قزل‌آلای رنگین‌کمان (Gomes و همکاران، ۱۹۹٥)، ماهی دم‌زرد (Shimeno و همکاران، ۱۹۹۳)، ماهی سی‌باس اروپایی (Ballestrazzi و همکاران، ۱۹۹٤)، فلاندر ژاپنی (Kikuchi، ۱۹۹۹)، ماهی توربوت (Regost و همکاران، ۱۹۹۹)، تیلاپیا (Pereira و Oliva-Teles، ۲۰۰۳)، ماهی سیم (Robaina و همکاران، ۲۰۰٥)، فیل‌ماهی (سیدحسنی و همکاران، ۱۳۹۳) و همچنین Barrows و همکاران (۲۰۰۷)، جایگزینی کامل آرد ماهی با منابع پروتئینی گیاهی، به انجام رسیده است و نتایج بیانگر آن است که صرف‌نظر از دادن رنگ صورتی به گوشت آبزیان پرورشی، جایگزینی این منبع پروتئینی با آرد ماهی بدون اثرات منفی روی عملکرد رشد و ایمنی امکان‌پذیر می‌باشد. هیچ‌گونه تأثیر منفی بر رشد و ویژگی‌های تغذیه‌ای قزل‌آلای رنگین‌کمان نخواهد داشت.

Francis و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند که منابع پروتئینی گیاهی به شرطی که نیاز اسیدهای آمینه گونه آبزی را تأمین نمایند و باعث کاهش طعم و خوش‌خوراکی غذا نمی‌گردند و می‌توانند به‌صورت نسبی یا کامل در جیره جایگزین منابع پروتئینی جانوری شوند، البته باید میزان عناصر ضدتغذیه‌ای آن‌ها کاهش یابد.

کنسانتره پروتئین ذرت با نام تجاری امپریال طی فرآوری دانه‌های رسیده ذرت به‌دست می‌آید. در حقیقت امپریال از حلال‌شویی گلوتن ذرت (چربی‌گیری‌شده) در الکل حاصل می‌گردد. حلال‌شویی به‌وسیله الکل کربوهیدرات‌های محلول در الکل را از بین برده و به‌طور قابل‌توجهی سطوح اولیگوساکاریدها که جزء فاکتورهای ضدتغذیه‌ای هستند را کاهش می‌دهد (Menghe و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از اهداف

صنعت آبزی‌پروری شناسایی منابع جدید پروتئینی با ارزش غذایی بالاست. کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) محصول جانبی فرآیند عمل‌آوری ذرت است و منبع مناسبی از ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان است که سبب فراوری و تغلیظ پروتئین در این محصول، فاکتورهای ضدتغذیه‌ای در آن کم و یا ناچیز بوده و همچنین از کیفیت بالای پروتئین برخوردار است. بنابراین در این مطالعه به بررسی اثر استفاده از کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) بر عملکرد رشد و ترکیب اسیدهای آمینه لاشه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرواری به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم پرورشی آب شیرین در کشور و دنیا صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌مدت ۷ هفته در یکی از مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در استان چهارمحال و بختیاری، شهر شهرکرد انجام شد. این طرح با استفاده از ۱۰۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در وزن ۱۵±۳۰۰ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ تیمار و ۳ تکرار در شرایط یکسان پرورشی با هم مقایسه شد. ماهیان در ٦ استخر به ابعاد ۳×۹ متر با تراکم ١٦ عدد ماهی در مترمکعب تقسیم شدند. تیمارها شامل تیمار شاهد بدون استفاده از کنسانتره پروتئین ذرت (جیره تجاری مخصوص قزل‌آلا) و تیمار آزمایشی با استفاده از ۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت به‌عنوان جایگزین آرد ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای پرواری بود. دو نوع خوراک فوق به‌صورت اکسترود در کارخانه کیمیاگران تغذیه شهرکرد تهیه گردید. پروتئین کنسانتره ذرت یا امپریال نماینده شرکت کارگیل در ایران تهیه شد (ویواپارس، تهران). اجزای تشکیل‌دهنده امپریال در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده امپریال و مقادیر آن‌ها

اجزاء	مقدار
پروتئین خام (درصد)	۷۵/۲
چربی (درصد)	٤/۱
لیزین (درصد)	۵/۲
میتونین (درصد)	۱/۸
رطوبت (درصد)	۸/۵
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/ کیلوگرم)	۳۳٦۵

میزان غذای ماهیان با توجه به وزن بدن و دمای آب براساس جدول غذادهی ۳ بار در روز انجام شد. شرایط محیطی آب شامل دما و میانگین pH به طور روزانه بررسی و ثبت شد. همچنین، میزان نیترات و آمونیاک آب در مدت تحقیق به طور تصادفی در آب خروجی استخرها بصورت روزانه اندازه گیری و به ترتیب برابر ۰/۰٤۵±۰/۱٦ و ۰/۰۵۰±۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر بود.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: به‌منظور آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و روند رشد ماهی‌ها در فواصل ۱۰ روزه نسبت به بیومتری آن‌ها اقدام گردید. جهت بیومتری ماهیان، از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰ گرم برای اندازه‌گیری وزن استفاده گردید. اطلاعات حاصل از بیومتری در هر مرحله به‌منظور انجام آنالیزهای آماری ثبت و بر اساس آن، مقدار غذای

ماهی‌ها تا بیومتری بعدی تعیین گردید. شاخص رشد و کارایی تغذیه شامل: افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، شاخص بهره‌وری خوراک (FPI)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نسبت بازده پروتئین (PER)، درصد بقا (SR) و شاخص کبدی (HSI) نیز در فواصل دو هفته یکبار طبق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Luo و همکاران، ۲۰۱۰).

$$\text{نرخ رشد ویژه (SGR, \%/day)} = \frac{\ln W2 - \ln W1}{\text{طول دوره پرورش (روز)}} \times ۱۰۰$$

$$\text{شاخص بهره وری خوراک (FPI, Kg)} = \frac{\text{بازماندگی} - \text{افزایش وزن}}{\text{ضریب تبدیل غذایی} \times 10}$$

$$\text{ضریب تبدیل غذایی (FCR)} = \frac{\text{مقدار غذای خورده شده (گرم)}}{\text{افزایش وزن بدن (گرم)}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نسبت بازده پروتئین (PER, \%)} = \frac{\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}}{\text{مقدار پروتئین داده شده به ماهی (گرم)}} \times 100$$

$$\text{درصد بازماندگی (SR, \%)} = \frac{\text{تعداد نهایی} - \text{تعداد اولیه}}{\text{تعداد اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$\text{شاخص هپاتوسوماتیک (his, \%)} = \frac{\text{وزن کبد (گرم)}}{\text{وزن بدن (گرم)}} \times 100$$

بیوماس اولیه – بیوماس ثانویه = افزایش وزن کل (kg)

نمونه‌برداری از ماهیان به‌منظور آنالیز اسیدهای آمینه: پس از اتمام دوره پرورش، به‌منظور بررسی ترکیب اسیدهای آمینه لاشه ماهیان پس از اطمینان از تخلیه کامل محتویات شکم ماهیان، از هر استخر ۵ عدد ماهی به‌طور تصادفی انتخاب شده و پس از خارج نمودن کبد و امعاء و احشاء، لاشه‌های هر استخر بدون سر، دم و پوست چرخ شده و به آزمایشگاه جهت نگهداری تا زمان آزمایش در ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد. برای اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای آمینه بدن نمونه‌ها برای مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد خشک و توسط مخلوط‌کن صنعتی به‌صورت پودر در آمدند. هر کدام از نمونه‌ها را با نشانه‌گذاری تیمار مربوطه داخل لوله آزمایش با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۱۳۵۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ قرار داده شد، تا باعث جدا شدن کامل چربی شود. در ادامه پودر باقی‌مانده در لایه پایین لوله را برای شناسایی پروفیل اسید آمینه کل بافت به روش طیف‌سنجی مادون‌قرمز (NIR) برداشت شد. پس از کالیبراسیون دستگاه NIR، نمونه‌ها در قسمت تعبیه شده قرار گرفتند و دستگاه توسط تاباندن پرتوهای مختلف اشعه مادون‌قرمز انرژی‌های جذب و یا منعکس‌شده را اندازه‌گیری نمود و طیف به‌دست آمده را با کالیبراسیون به‌دست آمده از

نتایج HPLC توسط شرکت Evonik آلمان مطابقت و سپس پروفیل اسید آمینه لاشه شناسایی شد.

تجزیه و تحلیل آماری: این پژوهش در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با ۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند. با استفاده از معادله توزیع نرمال و رسم منحنی مربوطه، همه داده‌ها نرمال تشخیص داده شدند. تمام داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) مورد ارزیابی قرار گرفتند. زمانی که اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) از آزمون Duncan برای مقایسه بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف استفاده شد. تمام آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزارهای آماری SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) نسخه ۲۱ انجام گرفت.

نتایج

شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای: نتایج مربوط به شاخص‌های رشد اندازه‌گیری‌شده در انتهای دوره پرورش در جدول ۲ ثبت شده است. طبق نتایج به‌دست آمده ضریب تبدیل خوراک و شاخص بهره‌وری در جیره حاوی امپریال در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است ($P<۰/۰۵$). در واقع ضریب تبدیل خوراک کاهش یافته و شاخص بهره‌وری افزایش مطلوبی داشته است. در مورد دیگر شاخص‌های محاسبه شده مانند ضریب رشد ویژه، شاخص کبدی و نسبت بازده پروتئین دو جیره مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. همچنین طی نتایج حاصله شاخص درصد بقا در جیره حاوی امپریال در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲- شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه‌ای ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با ۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) به‌عنوان جایگزین آرد ماهی در انتهای دوره پرورش

شاخص‌های رشد و بقاء	امپریال	شاهد
افزایش وزن کل (کیلوگرم)	۳٤۳/۸±۲٦/۱	۳۳٤/۸±۵۵/۰
FCR	۰/۹۹±۰/۰۷^{b}	۱/۲۵±۰/۱۳^{a}
SGR (درصد در روز)	۱/٤۵±۰/۱۱	۱/۳۲±۰/۷۸
FPI (kg)	۳٤/۳۸±۰/۷۷^{a}	۲٦/۱۱±۰/۷۸^{b}
HIS	۱/٤۹±۰/۰۷	۱/٤٦±۰/۰۷
PER (گرم/ کیلوگرم)	٤/٦٦±۰/۰۱	٤/۳۵±۰/۳۹
درصد بقاء	۹۹±۰/۸۵^{a}	۹۷/۵±۰/۹۸^{b}

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای تفاوت معنی‌داری ۵ درصد است ($P<۰/۰۵$).

پروفایل اسیدهای آمینه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان: نتایج مربوط به پروفیل اسیدهای آمینه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره پرورش در جدول ۳ گزارش شده است. طبق نتایج ثبت شده اختلاف معنی‌داری در میزان اسیدهای آمینه اندازه‌گیری‌شده از لاشه ماهیان تغذیه شده با دو جیره امپریال و شاهد مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). اگرچه نسبت مجموع اسیدهای آمینه ضروری به اسید آمینه‌های غیره ضروری در ماهیان تغذیه شده با امپریال بیش‌تر از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بود؛ اما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳- پروفایل اسیدهای آمینه (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گوشت) اندازه‌گیری‌شده ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با ۵ درصد کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) به‌عنوان جایگزین آرد ماهی در انتهای دوره پرورش

اسیدهای آمینه	امپریال (درصد)	شاهد (درصد)
آلانین	۱/۰۱±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۶
آرژنین	۰/۷۸±۰/۰۴۳	۰/۸±۰/۰۵
آسپارتیک اسید	۱/۸±۰/۰۴	۱/۸۲±۰/۰۴
گلوتامیک اسید	۳/۸۵±۰/۰۵	۳/۸۳±۰/۰۵
گلیسین	۰/۵۱±۰/۰۷	۰/۵۳±۰/۰۴
هیستیدین	۰/۴۵±۰/۰۴	۰/۴۵±۰/۰۳
ایزولوسین	۰/۸۵±۰/۰۶	۰/۸۶±۰/۰۹
لوسین	۱/۹۸±۰/۰۶	۲/۰۸±۰/۰۹
لیزین	۱/۱±۰/۰۸	۰/۹۹±۰/۰۳
متیونین	۰/۸۷±۰/۰۳	۰/۶۳±۰/۰۵
فنیل آلانین	۰/۹۳±۰/۰۶	۰/۹۲±۰/۰۶
سرین	۰/۵۴±۰/۰۳	۰/۵۳±۰/۰۶
تریونین	۰/۹۲±۰/۰۴	۰/۷۱±۰/۰۵
تیروزین	۰/۸۲±۰/۰۶	۰/۸±۰/۰۵
والین	۱/۱۰±۰/۰۵	۰/۹۵±۰/۰۴
ارنیتین	۰/۰۸±۰/۰۶	۰/۰۹±۰/۰۵
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	۸/۸۵±۰/۰۵	۸/۴۲±۰/۰۶
مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری	۸/۶۸±۰/۱۴	۸/۷±۰/۰۹
نسبت اسیدهای آمینه ضروری به غیرضروری	۰/۹۹±۰/۰۸	۰/۹۷±۰/۰۸

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای تفاوت معنی‌داری ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

بحث

میزان استفاده از امپریال مطابق با توصیه‌های شرکت سازنده حداقل ۵ و حداکثر ۱۲ درصد می‌باشد که بدین‌منظور در این پژوهش میزان ۵ درصد جایگزینی انجام پذیرفت که طبق نتایج به‌دست آمده از این پژوهش جایگزینی ۵ درصد از آرد ماهی با منبع گیاهی کنسانتره پروتئین ذرت (امپریال) توانست برخی از فاکتورهای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را به‌طور معنی‌داری بهبود ببخشد. در واقع ضریب تبدیل خوراک کاهش یافت. به‌طور مشابه Epasinghe و همکاران (۲۰۱۸) کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی را با جایگزینی ۵۰ درصدی آرد ماهی با امپریال در جیره بچه‌ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) گزارش کردند. در مورد دیگر شاخص‌های رشد محاسبه شده شامل: درصد رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، شاخص کبدی و نسبت بازده پروتئین دو جیره

مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. طی نتایج حاصله شاخص درصد بقاء در جیره حاوی امپریال در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بوده که در نتیجه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی امپریال در طول دوره پرورش تعداد تلفات کم‌تری دارد. این نتایج با مطالعه سیدحسنی و همکاران (۱۳۹۳) که گلوتن ذرت را به‌عنوان جایگزین به‌جای آردماهی در تغذیه فیل‌ماهی (*Huso huso*) بررسی کردند؛ مطابقت دارد. همچنین در پژوهش‌های دیگر با جایگزینی گلوتن ذرت به‌میزان ۱۲ تا ۲۶ درصد با آرد ماهی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان بهبود اکثر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای بیان شده است (Alexis و همکاران، ۱۹۸۵؛ Moyano و همکاران، ۱۹۹۲؛ Pereira و Oliva-Teles، ۲۰۰۳) بنابراین احتمالاً ماهی قزل‌آلا از پتانسیل مناسبی در خصوص استفاده از پروتئین‌های گیاهی برخوردار است. Regost و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره غذایی کفشک ماهی (*Psetta maxima*) سبب کاهش شاخص هپاتوسوماتیک به همراه کاهش معنی‌دار روند رشد می‌گردد که دلیل آن را توانایی پایین کفشک‌ماهی در استفاده از گلوتن ذرت به‌عنوان منبع پروتئینی و آزادسازی منابع انرژی از بافت‌های ذخیره‌کننده چربی و کبد دانستند. در آزمایش حاضر با افزودن پروتئین تغلیظ شده ذرت (امپریال) در جیره، شاخص‌های رشد از روند افزایشی برخوردار بود که این امر احتمالاً نشان‌دهنده اثر مثبت فرآوری گلوتن ذرت و تبدیل آن به یک ماده پروتئین بالا و قابلیت هضم‌پذیری نسبتاً بالا برای ماهیان است.

طبق نتایج ثبت‌شده در تعدادی از اسیدهای آمینه ضروری مانند متیونین، ترئونین و والین، ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی امپریال میزان بیش‌تری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد بدون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. اسید آمینه‌های ضروری از محدودکننده‌ترین اسیدهای آمینه در جیره‌های بر مبنای مواد گیاهی مطرح شده‌اند (Coloso و همکاران، ۲۰۰٤) و در ماهیان نقش به‌سزایی در عملکرد رشد، میزان تغذیه، تولیدمثل، ایمنی و پاسخ‌های ضد تنش دارند (Li و همکاران، ۲۰۰۹؛ Cheng و همکاران، ۲۰۱۱). Özogul و Polat (۲۰۰٤)، معتقدند تغییرات در مقادیر اسیدهای آمینه عضله در نتیجه عواملی چون گونه، سن، شرایط محیطی، رژیم غذایی و زمان رسیدگی جنسی می‌باشد. یکی از مشکلات منابع پروتئین گیاهی کربوهیدرات بالا می‌باشد چرا که ماهیان قزل‌آلا توانایی هضم کربوهیدرات بالا در جیره را ندارند. از دیگر فاکتورهای مهمی که می‌تواند باعث کاهش رشد ماهیان در استفاده بالا از پروتئین‌های گیاهی شود وجود فسفر و کلسیم پایین در منابع پروتئین گیاهی به نسبت آرد ماهی می‌باشد (NRC، ۱۹۹۳). همچنین بسیاری از منابع پروتئین گیاهی دارای مواد ضدمغذی بوده و برخی اسیدهای آمینه ضروری آن‌ها نسبت به آرد ماهی کم می‌باشد ولی این موارد در پروتئین تغلظ شده ذرت به‌دلیل انجام فرآوری روی گلوتن ذرت تا حدود زیادی برطرف شده و قابلیت هضم بالایی دارد (Pereira و Oliva-Teles، ۲۰۰۳). در پژوهش حاضر کارایی بالاتر پروتئین در ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با جیره حاوی امپریال نیز احتمالاً ناشی از قابلیت هضم و جذب بالاتر امپریال مرتبط می‌داند.

با توجه به این‌که در سطح جایگزینی ۵ درصد برخی از شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، شاخص کبدی، نسبت بازده پروتئین و

ترکیب اسیدهای آمینه لاشه تغییر معنی‌داری نکردند اما شاخص‌های دیگر مانند ضریب تبدیل غذایی، بهره‌وری خوراک و درصد بقا بهبود یافتند. بنابراین آرد ماهی قابلیت جایگزینی با امپریال را در سطح ۵ درصد بدون تأثیر منفی دارد. همچنین با توجه به نتایج رشد و ترکیب اسیدهای آمینه لاشه پیشنهاد پژوهش‌های بیش‌تر در خصوص استفاده از سطوح بالاتر این ماده پروتئینی به‌عنوان جایگزینی آرد ماهی در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا همراه با مطالعه پاسخ‌های سیستم ایمنی انجام شود.

منابع

سیدحسنی، م.ح.، محسنی، م.، یزدانی ساداتی، م.ع.، پورعلی، ح.، و شکوریان، م.، ۱۳۹۳. کارایی گلوتن ذرت به‌عنوان یک منبع پروتئین جایگزین به‌جای پودر ماهی در تغذیه فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دوران رشد. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۳، شماره ۲، صفحات ۷۷-۹۰.

مرمضی، ج.، یعقوبی، م.، و صفری، ا.، ۱۳۹۶. تأثیر کمبود اسیدهای آمینه آرژنین و تریپتوفان جیره بر فاکتورهای رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهی صبیتی جوان (*Sparidentex hasta*). مجله علمی شیلات. سال ۲۶. شماره ۲. صفحات ۱۵۲-۱۳۹.

Aksnes, A., Hope, B., Jönsson, E., Björnsson, B.T., and Albrektsen, S., 2006. Size- fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. Aquaculture, 261, 305-317.

Alexis, M.N., Papaparaskeva-Papoutsoglou, E., and Theochari, V., 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout Salmo gairdneri) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products. Aquaculture, 50, 61-73.

Ballestrazzi, R., Lanari, D., D'Agaro, E., and Mion, A., 1994. The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 127, 197-206.

Barrows, F., Gaylord, T.G., Stone, D.A.J., and Smith, C.E., 2007. Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology and plasma amino acid concentration of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*). Aquaculture Research, 38 (16), 1747-1758.

Bell, G.J., Henderson, R.J., Tocker, D.R., Ghee, F.M., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., and Sargent, J.R., 2002. Substituting Fish Oil with Crude Palm Oil in the Diet of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Affect Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. J. Nutr. 132, 222-230.

Cheng, Z., Buentello, A., and Gatlin, D.M., 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, Sciaenops ocellatus. Aquaculture, 319, 247-252.

Coloso, R., Murillo-Gurrea, D., Borlongan, I., and Catacutan, M. 2004. Tryptophan requirement of juvenile Asian sea bass Lates calcarifer. J. Appl. Ichthyol. 20, 43-47.

Epasinghe, E.D.M., Perera, G.S.C., Subodhana, W.G.S.R., Adikari, A.M.A.N., Karunaratne, T.A.D.W., Maduka, K.L.W.T., and Hirimuthugoda, N.Y., (2018, July). The effect of fish meal protein replacement with corn protein concentrates (EMPYREAL 75, CARGILL CORNMILLING, USA) in nursery diets of koi carp fry (Cyprinus carpio). NARA.

Francesco, M., Parisi, G., Medale, F., Kaushik, S.J., and Poli, B.M., 2004. Effect of long term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 263, 413-429.

Francis, G., Makkar, H.P.S., and Becker, K., 2001. Antinutritional factors present in plant-

derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 199, 197-227.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealy, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, E.D., Wilson, R., and Wurtele, E., 2007.

Gomes, E.F., Rema, P., and Kaushik, S.J., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Digestibility and growth performance. Aquaculture, 130, 177-186.

IFFO (International Fishmeal and Fish Oil Organisation), 2008. IFFO Update No. 187. Febuary 2008, 11p.

Jackson, A.J., 2007. Global production of fishmeal and fish oil. Papwe presented at the FAO Export Workshop on the use of wild fish and/or other aquatic specisies of feed cultured fish and its important its implivations to food security and poverty alleviation, Kochi. 259p.

Kikuchi, K., 1999. Partial replacement of fishmeal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. World Aquacul. Soc. 30 (3), 357-363.

Krogdahl, A., Bakke-McKellep, A.M., and Baever Fjord, G., 2003. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal struc-ture, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture Nutrition, 9, 361-371.

Li, P., Mai, K., Trushenski, J., and Wu, G., 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino acids, 37, 43-53.

Luo, G., Xu, J., Teng, Y., Ding, C., and Yan, B., 2010. Effects of dietary lipid levels on the growth, digestive enzyme, feed utilization and fatty acid composition of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) reared in freshwater. Aquacult. Res. 41, 210-219.

Menghe, H., Edwin, H., Robinson, R., Daniel, F., and Penelope, M., 2012. Evaluation of corn gluten feed and cottonseed meal as partial replacements for soybean meal and corn in Diets for pond-raised hybrid catfish, Ictalurus punctatus × I. furcatus. J. World Aquacul. Soc. 43, 107-113.

Moyano, F.J., Cardenete, G., and De la Higuera, M., 1992. Nutritive value of diets containing high percentage of vegetable proteins for trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources, 5, 23-29.

N.R.C. (National Research Council), 1993. Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised edition. National Academy Press, Washington, D.C.

Özogul, F., Polat, A., and Özogul, Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chem. 85, 49-57.

Pereira, T.G., and Oliva-Teles, A., 2003. Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream *Sparus aurata* L. juveniles. Aquaculture Research, 34, 1111-1117.

Pierce, L.R., Palti, Y., Silverstein, J.T., Barrows, F.T., Hallerman, E.M., and Parsons, J.E., 2008. Family growth response to fishmeal and plant-based diets shows genotype × diet interaction in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 278, 37.

Regost, C., Arzel, J., and Kaushik, S.J., 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture, 180, 99-117.

Robaina, L., Moyano, F.J., Izquierdo, M.S., Socorro, J., Vergara, J.M., and Montero, D., 1997. Corn gluten and meat and bone meals in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. Aquaculture, 157, 347-359.

Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., and Tveit, K., 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture Research.

Sargent, J., Bell, G., Mc Evoy, L., Tocher, D., and Estevez, A., 1999. Recent development in the

essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177, 191-199.
Shimeno, S., Mima, T., Imanaga, T., and Tomaru, K., 1993. Inclusion of combination of defatted soybean meal, meat meal, and corn glu-ten meal to yellowtail diets. Nippon Suisan Gakkaishi, 59, 1889-1895.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 12, No. 4, Winter 2019

Effect of using corn protein concentrate (Empyreal) in rainbow trout diet on growth performance and carcass amino acid composition

A. Mir Ahmadi Shalmzari[1], *E. Pirali Kheirabadi[1], S.P. Hosseini Shekarabi[2], M. Fathollahi[1] and A. Avazeh[3]

[1]Dept. of Fisheries, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran,
[2]Dept. of Fisheries, Science and Reseach Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
[3]Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Iran

Abstract

The present study was carried out to replace fishmeal up to 5% with concentrated corn protein (Empyreal®) in rainbow trout diet on some growth parameters and profile of fish carcass amino acids. In this study, 2000 fish (initial weight 300±5 g) were fet with basal diet containing fish meal (control) and experimental diet containing 5% Empyreal as a fishmeal substitute in 6 tanks with a density of 16 fish per cubic meter under similar conditions for 50 days. Biometric results showed that fish fed with Empyreal had the lowest feed conversion ratio (0.99±0.07), feed efficiency index (34.38±0.77) and survival (99±0.85). However, other growth and nutrition indices were not significant amoung treatments (P>0.05). Also, analysis of amino acids of the fish fillets showed no significant difference between treatments. As at 5% replacement level of fishmeal with Empyreal cannot significantly improve some growth indices such as final weight, specific growth coefficient, liver index, protein yield ratio and carcass amino acid composition, but other indices such as feed conversion ratio, feed efficiency and survival percentage were improved. Therefore, it is possible to replace fishmeal with Empyreal at the 5% level without adversely affecting the measured parameters. However, further researchs on the higher-level replacement of fishmeal with Empyreal sre suggested.

Keywords: Corn protein; Empyreal; Fishmeal replacement; Growth; Rainbow trout

* Corresponding author; esmaeil-pirali@yahoo.com