

بررسی عملکرد مکمل فیتاز بر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا و تاثیر آن بر رشد و ترکیب بدن ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

پگاه زرگریان*^(۱)؛ عبدالمحمد عابدیان کناری^(۲) و رجب محمد نظری^(۳)

p.zargareian@gmail.com

۱ و ۲- دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-۴۴۲۱۴

۳- کارگاه تکثیر و پرورش شهید رجایی، سمسکنده صندوق پستی: ۸۳۳۰

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۶

چکیده

اثر آنزیم فیتاز و جایگزینی پروتئین آرد ماهی با آرد سویا بر رشد و ترکیب بدن ماهی قزل آلالی رنگین کمان در کارگاه تکثیر و پرورش شهید رجایی در سال ۱۳۸۳ مورد مطالعه قرار گرفت. قزل آلالها با وزن ابتدایی $121/75 \pm 5/95$ گرم بطور تصادفی در ۲۷ مخزن ۲ مترمکعبی به ابعاد $0/5 \times 2 \times 2$ متر توزیع شدند. جیره های آزمایشی به روش فاکتوریل 3×3 با سه سطح جایگزینی (صفر، ۳۵ و ۷۰ درصد) و سه سطح آنزیم فیتاز (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ واحد بین المللی بر کیلوگرم غذا) تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. ماهیان روزانه سه بار تا رسیدن به سیری ظاهری در طول ۹ هفته غذایی شدند. نتایج نشان داد که جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا تا سطح ۳۵ درصد تفاوت معنی داری در رشد ایجاد نمی کند. همچنین از نظر ترکیبات بدن در بین سطوح صفر، ۳۵ و ۷۰ درصد جایگزینی، تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P \geq 0/05$). تاثیر آنزیم فیتاز بر شاخصهای رشد معنی دار بود ($P \leq 0/05$) و بهترین نتیجه در استفاده از ۲۰۰۰ واحد بین المللی بر کیلوگرم غذا، بدست آمد. اثر آنزیم فیتاز بر ترکیبات بدن معنی دار نبود ($P \geq 0/05$). همچنین بین سطوح جایگزینی و آنزیم فیتاز، اثر متقابل معنی داری از نظر برخی شاخصها وجود داشت ($P \leq 0/05$) و با افزایش مقادیر آنزیم فیتاز میزان جایگزینی افزایش یافت. با توجه به نتایج حاصله، استفاده از ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز بر کیلوگرم غذا و جایگزینی حداقل ۳۵ درصد از پروتئین آرد ماهی با آرد سویا توصیه می شود.

لغات کلیدی: قزل آلالی رنگین کمان، فیتاز، جیره غذایی، آرد سویا.

مقدمه

بطور معمول ماهیان گوشتخوار از جمله آزاد ماهیان، منابع پروتئینی مانند آرد ماهی را برای تامین انرژی ترجیح می‌دهند (Brauge *et al.*, 1994 ; Papatryphon & Soares, 2001). آرد ماهی بطور قابل ملاحظه‌ای از نظر قیمت و کمیت در حال تغییر است بطوریکه پیش بینی می‌شود در آینده قیمت و میزان آن بترتیب افزایش و کاهش یابد (Higgs *et al.*, 1995, 1996). به تبع افزایش قیمت آرد ماهی قیمت غذای آزاد ماهیان در آینده نیز افزایش می‌یابد. بنابراین لازم است راهکارهایی جهت کاهش قیمت ترکیبات پروتئینی بکار گرفته شود. یکی از این راهها جایگزینی منابع ارزان قیمت پروتئینی (منابع پروتئینی گیاهی) به جای آرد ماهی می‌باشد (Forster *et al.*, 1999). لذا استفاده از منابع گیاهی بطور فزاینده‌ای در غذای ماهیان کاربرد یافته است (Cheng & Hardy, 2003). آرد ماهی بدلیل پروفیل اسیدهای آمینه مناسب و قابلیت هضم بالای آن، بعنوان یک منبع عالی پروتئین برای تهیه غذای ماهی مطرح است. از این رو این ماده از نظر تجاری منبع اصلی پروتئین در جیره غذایی ماهیان گوشتخوار بحساب می‌آید. تولید گسترده آبریان پرورشی مخصوصاً قزل‌آلا، ماهی آزاد و میگو و مصرف بالای آرد ماهی در غذای آنها که حدود ۳۵ درصد کل تولید جهانی آرد ماهی را شامل می‌شود از یک طرف و مشکلات کاهش تولید آرد ماهی از طرف دیگر، فشار زیادی را روی ذخایر روغن و آرد ماهی بوجود آورده است (Hardy, 2000). بنابراین صنایع تولید غذای آبریان باید بدنبال منابع پروتئینی جایگزین آرد ماهی باشند که بتوانند از اثرات آرد ماهی بعنوان یک عامل محدودکننده تولید غذا و آبریان جلوگیری کنند.

در بین پروتئین‌های گیاهی، آرد سویا بعنوان مغذی‌ترین منبع پروتئینی مورد توجه است زیرا دارای تعادل مناسبی از اسیدهای آمینه می‌باشد (Cheng & Hardy, 2003). فیتات از مواد ضد مغذی در پروتئین‌های گیاهی مثل حبوبات و غلات و دانه‌های روغنی نظیر سویا می‌باشد (Oliva-Teles *et al.*, 1998). فیتات ترکیب حلقوی اینوزیتول هگزاکیس است که حاوی شش گروه فسفات می‌باشد و در مقابل گرما نسبتاً پایدار است و نمی‌توان بدون عمل آنزیمی مؤثری آنرا خارج کرد (Vielma *et al.*, 2000).

حدود ۷۰ درصد از فسفر موجود در این نوع پروتئین‌های گیاهی، به شکل فیتات است که در اکثر جانوران تک معده‌ای

مثل ماهی‌ها، بخاطر عدم وجود آنزیم فیتاز که هیدرولیزکننده فیتات است، غیرقابل هضم یا با هضم ناچیز است (Oliva-Teles *et al.*, 1998).

بنابراین چنانچه بتوان با استفاده از آنزیم فیتاز سطوح بالایی از سویا را جایگزین آرد ماهی کرد هم هزینه غذا کاهش یافته و هم قابلیت هضم و جذب فسفر که یک عنصر مهم در بدن ماهی است افزایش می‌یابد.

مواد و روش کار

آزمایش به مدت ۹ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی، واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان ساری، استان مازندران انجام شد. ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان از یک کارگاه خصوصی واقع در منطقه هراز با وزن ابتدایی $121/75 \pm 5/95$ گرم تهیه شدند. غذا دهی به ماهی‌ها ابتدا با جیره تجاری خوراک دام مازندران آغاز شد و به مرور در طول یک هفته غذای هر تیمار جایگزین غذای تجاری گردید. جیره‌های غذایی، با فرض یکسان بودن سطح پروتئین و انرژی، براساس جایگزینی بترتیب صفر، ۳۵ و ۷۰ درصد از پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا (Oliva-Teles *et al.*, 1998 ; Lanari *et al.*, 1998) و استفاده از مقادیر متفاوتی از آنزیم فیتاز شامل (صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ واحد بین المللی بر کیلوگرم غذا) (Vilema *et al.*, 2002, 2000) و سپس آنالیز مواد اولیه (جدول ۱) با نرم‌افزار لیندو (Lindo) تنظیم شدند.

برای تهیه جیره‌ها ابتدا مواد اولیه خشک کاملاً مخلوط شدند و بعد روغن به آنها اضافه شد. سپس آب تا مقداری که مخلوط حالت خمیری سفت بخود بگیرد، اضافه گردید. خمیر حاصل، از یک چرخ گوشت با قطر صفحه ۴ میلیمتر عبور داده شده که بصورت رشته درآمدند، بعد از آن در یک خشک‌کن در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن، جیره‌ها شکسته شد تا اندازه مناسب پیدا نمایند. ترکیب و تجزیه تقریبی هر یک از جیره‌ها در جدول ۲ آورده شده است. پس از خشک کردن جیره‌ها آنزیم فیتاز بصورت اسپری به جیره‌های مربوطه افزوده شد (Papatryphon & Soares, 2001).

جدول ۱: تجزیه تقریبی مواد اولیه مورد استفاده در جیره‌ها

چربی (درصد)	فیبر (درصد)	انرژی (کالری بر کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	
۱۸/۷۱±۱/۰۲	۲/۵۶±۰/۶۶	۴۸۰۹/۴۰ ±۱۰۳/۰۹	۷/۲۴±۱/۲۸	۶۴/۷۳±۱/۷۴	۱۰/۴±۰/۸۱	آرد ماهی کیلکا
۳/۴۰۸±۰/۷۷	۱۰/۶۲±۰/۸۱	۳۷۷۶/۶۶ ±۱۰۴/۰۵	۹/۰۴±۱/۰۹	۵۰/۱۶±۱/۶۸	۸/۱۱±۰/۱۲	آرد سویا
۱/۱۶±۰/۰۶	۳/۷۹±۰/۹۷	۳۹۹۹/۰۷ ±۱۰۱/۹۰	۱۱/۶۳±۱/۴۹	۱۲/۹±۱/۴۹	۱/۱۴±۰/۰۴	آرد گندم
۲۲/۶۱±۱/۵۰	۲/۳۸±۰/۴۹	۵۰۵۳±۱۰۳/۹۷	۵/۸۸±۱/۱۷	۵۹/±۱/۸۱	۱۰/۸±۰/۷۷	آرد گوشت

جدول ۲: ترکیب و تجزیه تقریبی جیره‌های آزمایشی

ترکیب جیره آزمایش (درصد)			درصد جایگزینی سویا نوع ماده اولیه
جیره ۳ (۷۰ درصد)	جیره ۲ (۳۵ درصد)	جیره ۱ (صفر)	
۱۳/۵	۲۹/۲۵	۴۵	آرد ماهی کیلکا
۴۰/۲۷	۲۰/۱۴	۰	آرد سویا
۱۱/۱۳۶	۲۰/۹۱۶	۲۶/۷۱۴	آرد گندم
۱۶/۱۲	۱۳/۸۴۳	۱۲/۴۳۵	آرد گوشت
۲	۲	۲	روغن ماهی
۴/۱۲۳۸	۱	۱	روغن سویا
۱	۱	۱	مخلوط ویتامین
۱	۱	۱	مخلوط مواد معدنی
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	ضدقارچ
۰/۱	۰/۱	۰/۱	ویتامین ث
۱۰	۱۰	۱۰	فیلر (Filler) ماسه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع کل
۳۵۶۰/۵۲	۴۰۰۰/۲۲	۴۹۴۰/۵۸	قیمت غذا (ریال)

ادامه جدول ۲:

تجزیه تقریبی			
۳۷/۶۷۴۷±۱/۶۶	۳۸/۳۷۴±۱/۳۵	۳۶/۴۵۴۶±۰/۷۸	پروتئین (درصد)
۳۸۶۰/۰۱۵±۱۰۷/۰۴	۳۹۰۶/۹۳۵±۱۰۷/۰۴	۳۹۲۰/۲۰۵±۱۰۵/۵۶	انرژی کل (کالری بر گرم)
۱۳/۳۸±۱/۲۴	۱۲/۴۵±۱/۲۴	۱۴/۲۵±۰/۹۳	چربی (درصد)
۴/۳۱±۰/۵۷	۲/۷۵±۰/۶۱	۱/۵۳±۰/۶۷	خاکستر (درصد)
۰/۵۵۹۹±۰/۰۶۹	۰/۹۵۳۷±۰/۰۵۲	۰/۶۲۳۳±۰/۰۲۷	فسفر (درصد)

جیره ۱: بدون آرد سویا و بر پایه آرد ماهی،

جیره ۲: ۳۵ درصد جایگزینی پروتئین آرد ماهی با آرد سویا

جیره ۳: ۷۰ درصد جایگزینی پروتئین آرد ماهی با آرد سویا

غذایی (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، بازده پروتئین (PER)، میزان ذخیره پروتئین (PR) (Tacon, 1990) و شاخص قیمت (فخرایی، ۱۳۸۰) از طریق معادله‌های زیر محاسبه شدند:

وزن اولیه - وزن پایانی = افزایش وزن بدن (گرم)

/میزان غذای خشک مصرفی = ضریب تبدیل غذایی (FCR) / افزایش وزن بدن

/میزان بازده پروتئین = $SGR = \frac{\ln w_2 - \ln w_1}{\ln w_2} \times 100$ دوره پرورش به روز

وزن ثانویه = W2 / وزن اولیه = W1

/مقدار (افزایش وزن بدن گرم) = میزان بازده پروتئین (PER) / پروتئین خشک مصرفی (گرم)

- میزان پروتئین اولیه = میزان ذخیره پروتئین (PR)

میزان پروتئین خشک مصرفی / میزان پروتئین ثانویه

FCR × قیمت غذا = شاخص قیمت

برای تعیین درصد ماده خشک، خاکستر و چربی مواد اولیه،

جیره‌ها و لاشه ماهیان از روش استاندارد (AOAC, 1990)

استفاده شد. انرژی کل بوسیله بمب کالریمتر و پروتئین به روش

کدال اندازه‌گیری شدند.

این تحقیق به روش فاکتوریل ۳×۳ انجام شد. به این ترتیب که ۹ تیمار غذایی براساس سطوح جایگزینی سویا و مقادیر آنزیم فیتاز طراحی شدند و برای هر تیمار نیز سه تکرار در نظر گرفته شد.

جیره‌ها تا حد سیری ظاهری (Papatryphon & Soares, 2001) در سه نوبت به ماهیان خورانده شد. قطر دانه‌های خوراکی (pellet) برای تمام جیره‌ها ۴ میلی‌متر بود (Kim & Kaushik, 1992). دوره نوری بطور طبیعی برقرار گردید.

برای تعیین رشد آنها زیست‌سنجی ماهیها هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. دمای آب روزانه در ساعت‌های ۱۰ تا ۱۲ صبح و ۱۰ تا ۱۲ شب و pH بطور هفتگی اندازه‌گیری شد. در کل دوره آزمایش میانگین میزان دمای آب حوضچه‌ها بین ۱۶/۷۵ تا ۱۷/۹۶ درجه سانتیگراد در روز و ۱۵/۴۵ تا ۱۶/۴۰ درجه سانتیگراد در شب متغیر بود. میانگین pH در طول دوره تقریباً ثابت و بین ۷/۵ تا ۷/۷ بود. همچنین میانگین اکسیژن محلول بین ۶/۷ تا ۸ میلیگرم در لیتر متغیر بود. ماهی‌ها به مدت ۹ هفته در مخازن آزمایشی پرورش و مورد تغذیه قرار گرفتند. بعد از اتمام دوره پرورش، میزان افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل

همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان جایگزینی، شاخص‌های رشد افت نسبی داشته ولی تا ۳۵ درصد جایگزینی این کاهش معنی‌دار نبود. همچنین مشخص شد که با افزایش آنزیم فیتاز در کلیه سطوح جایگزینی، میزان رشد افزایش یافت. در شاخصهای خوراک مصرفی و میزان ذخیره پروتئین (PR) اثر معنی‌داری بین تیمارها در سطح ۵ درصد وجود نداشت. اما در مورد افزایش وزن، تیمار با سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز کمترین افزایش وزن و تیمارهای با سطح جایگزینی ۳۵ درصد و ۴۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز و سطح جایگزینی صفر و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز، بترتیب بالاترین افزایش وزن را داشتند که این دو تیمار با تیمار با سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بودند ($P \leq 0.05$).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS و با استفاده از روش آنالیز واریانس دو طرفه انجام شد و مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون Tukey صورت گرفته و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \leq 0.05$) تعیین گردید.

نتایج

داده‌های مربوط به اثر سطوح مختلف جایگزینی پروتئین آرد ماهی با آرد سویا و اثر سطوح مختلف آنزیم فیتاز و همچنین اثر متقابل بر روی شاخص‌های رشد در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج نشان دادند که اثر جایگزینی و آنزیم فیتاز در بیشتر شاخصهای رشد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل معنی‌دار فقط در شاخص‌های FCR و قیمت دیده شد.

جدول ۳: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد ماهی نزل‌آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف

شاخص قیمت	ذخیره پروتئین	بازو پروتئین	ضریب رندولیز	ضریب تبدیل غذایی	خوراک مصرفی (گرم)	افزایش طول (سانتی‌متر)	افزایش وزن بدن (گرم)	شاخص‌های رشد
۲۱۱۹±۳۷۷/۱۲ ^d	۱/۲۰±۰/۱۶ ^a	۰/۸۷±۰/۱۹ ^{ab}	۰/۳۱±۰/۰۷ ^{bc}	۴/۳۱±۱/۵۰ ^a	۱۱۵/۹۷±۸/۸۱ ^a	۲/۸۲±۰/۷۴ ^a	۲۸۵/۲۷±۷/۸۲ ^{ab}	سویا صفر - فیتاز صفر
۲۱۸۰/۰۹±۱۰/۱۳۰ ^a	۱/۳۱±۰/۱۹ ^a	۰/۸۲±۰/۰۲ ^{ab}	۰/۳۱±۰/۰۳ ^{bc}	۴/۱۰±۰/۳۰ ^a	۱۳/۲۱±۱/۱۹۵ ^a	۲/۰۲±۰/۷۴ ^a	۲۵۸/۸۲/۱/۹ ^{ab}	سویا صفر - فیتاز ۱۰۰۰
۱۸۲۱/۲۴±۲۵۵/۱۱ ^a	۱/۳۱±۰/۱۵ ^a	۰/۸۳±۰/۱۶ ^b	۰/۳۱±۰/۰۲ ^{bc}	۳/۸۷±۰/۷۱ ^a	۱۰/۸۹±۸/۲۳ ^a	۲/۸۸±۰/۵۲ ^a	۳۰۱/۱۷±۴/۱۰ ^b	سویا صفر - فیتاز ۴۰۰۰
۲۵۱۲/۰۹±۹۷۷ ^{ab}	۰/۸۷±۰/۱۲ ^a	۰/۸۴±۰/۱۹ ^{ab}	۰/۳۱±۰/۰۸ ^{ab}	۳/۵۶±۲/۴۷ ^a	۱۱/۲۲±۴/۷۱۴ ^a	۲/۴۳±۰/۵۸ ^a	۱۸/۲۴±۸/۵۲ ^{ab}	سویا ۳۵ درصد - فیتاز صفر
۲۵۱۵/۸۹±۱۱۵۲ ^{ab}	۱/۰۶±۰/۲۲ ^a	۰/۵۱±۰/۳۶ ^{ab}	۰/۳۰±۰/۱۴ ^{ab}	۳/۱۸±۲/۲۳ ^a	۱۲/۰۱/۱۶±۱/۷۱ ^a	۱/۲۵±۰/۳۶ ^a	۲۸/۳۲±۴/۸۷ ^{ab}	سویا ۳۵ درصد - فیتاز ۱۰۰۰
۱۲۲۷/۰۲±۱۹۱/۱۳ ^a	۱/۴۳±۰/۲۵ ^a	۰/۹۱±۰/۰۴ ^b	۰/۱۵±۰/۰۸ ^c	۳/۰۵±۰/۷۲ ^a	۱۱/۲۸±۱۲/۲۱ ^a	۱/۵۴±۰/۳۶ ^a	۳۸/۱۶±۱/۰۲ ^b	سویا ۳۵ درصد - فیتاز ۲۰۰۰
۴۵۵۷/۱±۱۷۸/۱ ^b	۰/۹۸±۰/۰۷ ^a	۰/۱۹±۰/۰۴ ^a	۰/۰۹±۰/۰۲ ^a	۱۴/۱۷±۲/۳۶ ^b	۳۷/۶۱±۱/۸۸ ^a	۱/۳۳±۰/۱۹ ^a	۷/۱۶±۱/۰ ^a	سویا ۷۰ درصد - فیتاز صفر
۲۰۴۴/۸۳±۱۸۹/۰ ^a	۱/۱۹±۰/۰۹ ^a	۰/۸۴±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۲۱±۰/۰۶ ^{ab}	۳/۲۳±۱/۴۹ ^a	۳۷/۳۹±۱/۲۸ ^a	۱/۷۱±۰/۵۳ ^a	۱۷/۲۷±۵/۵۸ ^{ab}	سویا ۷۰ درصد - فیتاز ۱۰۰۰
۱۳۱۰/۱۵±۱۷۰/۱ ^a	۱/۳۱±۰/۱۲ ^a	۰/۸۸±۰/۱۲ ^{ab}	۰/۳۱±۰/۰۴ ^{bc}	۳/۱۵±۰/۸۱ ^a	۱۰/۷۲±۱۱/۱۱ ^a	۱/۱۵±۰/۱۶ ^a	۲۷/۰۳±۲/۹۷ ^{ab}	سویا ۷۰ درصد - فیتاز ۲۰۰۰
$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \leq 0.05$	اثر جایگزینی
$P \geq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \leq 0.05$	اثر آنزیم فیتاز
$P \geq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \leq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \geq 0.05$	$P \geq 0.05$	اثر متقابل

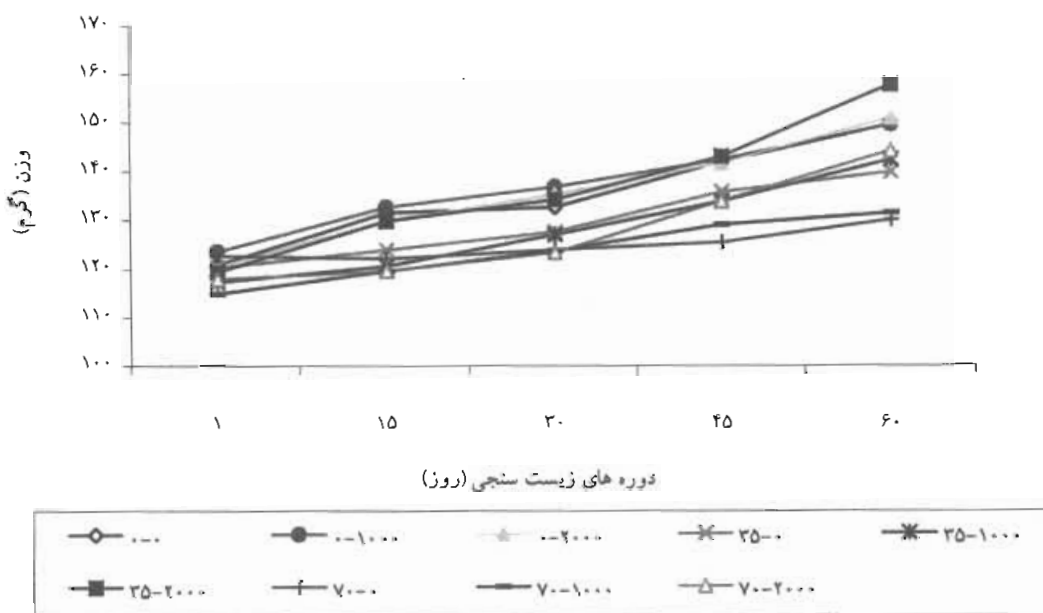
میانگین \pm S.D. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P \leq 0.05$).

براساس نمودار ۱، مشاهده می‌شود که رشد در ابتدا تا انتهای دوره در کلیه تیمارها افزایش داشته است. بیشترین رشد وزنی در تیمار سطح جایگزینی ۳۵ درصد و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز و کمترین رشد وزنی مربوط به تیمار سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز بود.

جدول ۴ اثرات سطوح جایگزینی و آنزیم فیتاز و اثر متقابل آنها را بر ترکیب بدن ماهی قزل‌آلا نشان می‌دهد که اثر هر یک از عامل‌ها و اثر متقابل آنها در بیشتر شاخص‌ها معنی‌دار نبود ($P \geq 0/05$). همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح جایگزینی و آنزیم فیتاز بین تیمارها، در اکثر ترکیبات بدن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P \geq 0/05$).

اما فقط تیمارهای با سطح جایگزینی ۷۰ درصد و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز و سطح جایگزینی ۷۰ درصد و ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز بترتیب دارای بالاترین درصد خاکستر و تیمار بدون جایگزینی، بدون آنزیم فیتاز دارای کمترین درصد خاکستر با اختلاف معنی‌دار بودند ($P \leq 0/05$).

در مورد ضریب تبدیل غذایی بدترین نتیجه مربوط به تیمار با سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح ۵ درصد داشت ($P \leq 0/05$). تیمارهای با سطح جایگزینی صفر و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز و سطح جایگزینی ۳۵ درصد و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز دارای بالاترین بازده پروتئین (PER) و تیمار سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز کمترین بازده را داشتند که با هم دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P \leq 0/05$). همچنین مقایسه شاخص قیمت مربوط به تیمارها نشان داد که بالاترین و نامناسبترین شاخص قیمت مربوط به تیمار سطح جایگزینی ۷۰ درصد و بدون آنزیم فیتاز بود در صورتیکه بهترین شاخص قیمت مربوط به تیمار سطح جایگزینی ۳۵ درصد و ۲۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز بود ($P \leq 0/05$). نمودار ۱، نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن ماهیان هر تیمار را طی ۵ مرحله زیست‌سنجی در طول دوره پرورش نشان می‌دهد.



نمودار ۱: میانگین افزایش وزن در فاصله بین زیست‌سنجی‌ها

جدول ۴: مقایسه میانگین ترکیبات بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در بین تیمارها

تیماها	ترکیب بدن	رطوبت (درصد)	انرژی (کالری بر گرم)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)
سویا صفر- فیتاز صفر	۷۳/۷۲±۱/۸۰ ^a	۵۲۰/۸۵±۱۶۲/۷۵ ^a	۷۶/۲۱±۳/۰۲ ^a	۷/۴۲±۶/۴۲ ^a	۳/۷۷±۳/۲۷ ^a	
سویا صفر- فیتاز ۱۰۰۰	۷۶/۲۶±۰/۹۵ ^a	۵۰۹۴/۰۰±۱۴۶/۹۱ ^a	۷۸/۷۲± ۷/۱۱ ^a	۹/۹۰±۲/۷۶ ^a	۵/۳۵±۰/۰۴ ^{ab}	
سویا صفر- فیتاز ۲۰۰۰	۷/۵۱± ۱/۸۰ ^a	۵۳۶۹/۵۰±۱۴۰/۱۲ ^a	۷۵/۶۸± ۲/۱۵ ^a	۸/۳۰±۰/۲۸ ^a	۶/۲۴±۰/۰۱ ^{ab}	
سویا ۳۵ درصد- فیتاز صفر	۷۴/۰۹±۱/۵۶ ^a	۵۴۲۰/۵۰ ±۱۲۷/۹۹ ^a	۷۴/۵۹± ۵/۰۷ ^a	۱۰/۸۸±۱/۰۵ ^a	۵/۶۳±۰/۰۰ ^{ab}	
سویا ۳۵ درصد - فیتاز ۱۰۰۰	۶۸/۶۲±۲/ ۱۶ ^a	۴۹۱۴/۴۹±۱۴۹/۱۹ ^a	۷۶/۹۹±۳/ ۳۹ ^a	۱۰/۹۳±۰/۴۵ ^a	۵/۹۱±۰/۱۶ ^{ab}	
سویا ۳۵ درصد - فیتاز ۲۰۰۰	۷۱/۴۰±۳/۹۴ ^a	۴۵۶۱/۶۵±۱۱۷/ ۷۰ ^a	۷۶/۹۶± ۳/۲۴ ^a	۸/۴۸±۱/۰۳ ^a	۵/۴۹±۰/۰۶ ^{ab}	
سویا ۷۰ درصد- فیتاز صفر	۶۸/۷۴ ± ۲/ ۲۱ ^a	۴۴۸۴/۹۱±۱۶۳/۳۳ ^a	۷۶/۸۷±۳/ ۲۷ ^a	۹/۵۶±۰/۱۴ ^a	۸/۹۰±۰/ ۷۱ ^{ab}	
سویا ۷۰ درصد- فیتاز ۱۰۰۰	۷۰/۸۳±۶۶ ^a	۴۴۰۲/۴۶±۶۰/۰۵ ^a	۷۸/۶۶± ۴/۶۵ ^a	۸/۶۵±۰/۴۷ ^a	۱۰/۸۰±۰/۵۷ ^b	
سویا ۷۰ درصد- فیتاز ۲۰۰۰	۷۰/۱۷±۱/ ۴۶ ^a	۴۶۴۴/۳۹±۱۶/۱۱ ^a	۷۷/۱۰±۱/۹۴ ^a	۹/۹۹±۰/۳۵ ^a	۱۱/۰۰±۰/ ۲۸ ^b	
اثر جایگزینی	P ≥ ۰/۰۵	P ≤ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	
اثر آنزیم فیتاز	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≤ ۰/۰۵	
اثر متقابل	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	P ≥ ۰/۰۵	

میانگین ± S.D. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار هستند (P ≤ ۰/۰۵).

بحث

داشت. اما نرخ رشد و ضریب تبدیل غذایی و ضریب تبدیل پروتئین در جیره‌های حاوی آرد ماهی بهتر از جیره حاوی آرد سویا بود. همچنین Dabrowski و همکاران در سال ۱۹۸۹ گزارش کردند که ۴۵ درصد پروتئین آرد ماهی می‌تواند بدون اثر منفی در افزایش وزن بدن با آرد سویا جایگزین شود. همانطور که در آزمایشات دیگر محققین نیز مشاهده می‌شود سویا منبع خوبی برای جایگزینی آرد ماهی است و سطوح متفاوتی از آنرا می‌توان جایگزین کرد. اما اختلاف موجود در میزان جایگزینی

بطور کلی در بررسی اثر سطوح جایگزینی بر شاخص‌های رشد مشخص گردید که از نظر همه شاخص‌های رشد بین سطوح جایگزینی صفر و ۳۵ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P ≥ ۰/۰۵) و می‌توان تا سطح ۳۵ درصد پروتئین سویا را جایگزین پروتئین آرد ماهی نمود. این نتیجه در سال ۱۹۹۸ توسط Oliva-Teles و همکارانش روی *Sea bass* بطور مشابهی تأیید شد که جایگزینی آرد ماهی با سویا تا سطح ۴۴ درصد اثر مشابهی روی رشد نسبت به جیره شاهد (بدون جایگزینی)

شاید به دلایل مختلف از جمله استفاده از انواع متفاوتی از سویا مثل پروتئین تخلیص شده سویا، آرد سویا و ... باشد.

در بررسی اثر سطوح آنزیم فیتاز بر شاخص‌های رشد مشخص گردید که بین شاخص‌های رشد در سطوح صفر و ۱۰۰۰ هیچ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما با افزایش میزان آنزیم فیتاز تا ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی بر کیلوگرم غذا بجز شاخص‌های افزایش طول، مقدار خوراک مصرفی و میزان ذخیره پروتئین در بقیه شاخص‌ها وضعیت رشد بهبود می‌یابد. بنابراین بطور کلی اثر آنزیم فیتاز بر شاخص‌های رشد مثبت بوده و در سطح ۲۰۰۰ واحد بهترین نتیجه حاصل شد. در مقایسه با نتایج فوق، در سال ۲۰۰۲، Vielma و همکارانش اعلام کردند که پروتئین سویای فیتین زدایی شده با ۵۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان راندمان غذایی و رشد بهتری نسبت به جیره بدون فیتاز داشت. همچنین Lanari و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش کردند که جیره حاوی ۳۳ درصد آرد سویا با ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز نسبت به جیره بدون فیتاز باعث افزایش وزن و بهبود FCR در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان شده است. در سال ۱۹۹۵، Cain & Garling بیان کردند که استفاده از آنزیم فیتاز همراه با آرد سویا نسبت به جیره تجاری، رشد و FCR بهتری دارد. اثر سطوح آنزیم فیتاز بر ترکیبات بدن معنی‌دار نبود و فقط بر روی خاکستر اثر معنی‌دار داشت ($P \leq 0.05$) و با افزایش سطح آنزیم فیتاز، میزان خاکستر و در واقع مواد معدنی بدن افزایش یافت. شاید علت آن عملکرد آنزیم فیتاز بر روی افزایش جذب فسفر و سایر مواد معدنی است. مشخص شده که فیتات می‌تواند با عناصر معدنی دو و سه ظرفیتی اتصال داده، دسترسی این عناصر را کاهش دهد (Vielma et al., 2002). بنابراین استفاده از آنزیم فیتاز می‌تواند اتصال این عناصر را شکسته و قابلیت دسترسی آنها را افزایش دهد. در بررسی اثر سطوح جایگزینی بر ترکیبات بدن هیچ تفاوت معنی‌داری در بین سطوح صفر، ۳۵ و ۷۰ درصد بجز تاثیر بر میزان انرژی که تا حدی در سطح ۷۰ درصد کاهش یافت، وجود نداشت. همچنین بطور کلی اثر سطوح آنزیم فیتاز و سطوح جایگزینی بصورت متقابل، بر ترکیبات بدن ماهی قزل‌آلای معنی‌دار نبود ($P \geq 0.05$).

به هر حال نتایج کلی حاصل از تحقیقات محققین اثر مثبت آنزیم فیتاز را در افزایش عملکرد پروتئین‌های گیاهی بخصوص سویا نشان می‌دهد که با تحقیق حاضر مشابه بوده است. اختلافات جزئی موجود هم می‌تواند بدلیل سطوح مختلف بکارگیری آنزیم فیتاز، نوع گونه و نوع مواد اولیه بکار گرفته شده

باشد.

بطور کلی با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که در جیره ماهی قزل‌آلای تا سطح ۳۵ درصد پروتئین آرد ماهی با آرد سویا جایگزین شود و به منظور بهبود شاخص‌های رشد و افزایش قابلیت هضم ماده خشک، آنزیم فیتاز به میزان ۲۰۰۰ واحد بر کیلوگرم غذا استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه تربیت مدرس به جهت پشتیبانی مالی، تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از مسئولین و کارکنان محترم کارگاه تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی به جهت حمایت‌های اجرایی ایشان تشکر می‌گردد.

منابع

- فخرایی، ج.، ۱۳۸۰. بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و انرژی بر عملکرد مرغان تخم‌گذار تجاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۷۰ صفحه.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official methods of analysis AOAC, Washington DC., 1263P.
- Brauge, C.; Medale, F. and Corraze, G., 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, reared in sea water. *Aquaculture*. Vol. 123, pp.109-120.
- Cain, K.D. and Garling, D.L., 1995. Pretreatment of soybean meal with phytase for salmonid diets to reduce phosphorus concentration in hatchery effluents. *The Progressive Fish-Culturist*. Vol.57, pp.144-119.
- Cheng, Z.J. and Hardy, R.W., 2003. Effects of extrusion and expelling processing, and microbial phytase supplementation on apparent digestibility coefficients of nutrients in full-fat soybeans for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. Vol. 218, pp.501-514.

- Dabrowski, K.; Poczyczynski, P.; Kock, G. and Berger, B. , 1989. Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion. *Aquaculture*. Vol. 77, pp.29-49.
- Forster, I.; Higgs, D.A.; Bakhshish, S.D.; Rowshandeli, M. and Parr, J. , 1999. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11°C freshwater. *Aquaculture*. Vol. 179, pp.109-125.
- Hardy, R.W. , 2000. New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. *Avances en Nutricion Aquicola V. memorias V, Simposium Internacional de nutricion Acuicola*. 19-22 Noviembre Merdia, Yucatan, Mexico. pp.216-227.
- Higgs, D.A.; Dosanjh, B.S.; Prendergast, A.F.; Beames, R.M.; Hardy, R.W.; Riley, W. and Deacon, G. , 1995. Use of rapeseed/canola protein products in finfish diets. *In: (eds. C.E. LiM and D.J. Sessa), Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture*. AOCS Press, Champaign, IL, USA, pp.130-156.
- Higgs, D.A.; Dosanjh, B.S.; Beames, R.M.; Prendergast, A.F.; Mwachireya, S. A. and Deacon, G. , 1996. Nutritive value of rapeseed/canola protein products for salmonids. *In: Proceedings 1996 Canadian Feed Industry Association Eastern Nutrition Conference (Aquaculture Nutrition Symposium)*. Halifax, NS, May 17, 1996, 14P.
- Kim, J.D. and Kaushik, S.J. , 1992. Contribution of digestible energy from carbohydrate and estimation of protein /energy requirements for growth of rainbow trout. *Journal of Aquaculture*. Vol. 106, pp.161-169.
- Lanari, D.; D'Agaro, E. and Turri, C. , 1998. Use of non linear regression to evaluate enzyme treatment of plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. Vol. 161, pp.345-356.
- Oliva-Teles, A.; Pereira, J.; Gouveia, A. and Gomes, E. , 1998. Utilization of diets supplemented with microbial phytase by sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquatic Living Resource*. Vol. 11, No. 4, pp. 255-259.
- Papatryphon, E. and Soares Jr, J.H. , 2001. The effect of phytase on apparent digestibility of four practical plant feedstuffs fed to striped bass, *Morone saxatilis*. *Aquaculture*. Vol. 14, pp.120-129.
- Tacon, A.G.J. , 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. *Argent Labor Atones Press*, pp.4-27.
- Vielma, J.; Makinen, T.; Ekholm, P. and Koskela, J. , 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. *Aquaculture*. Vol. 183, pp.349-362.
- Vielma, J.; Ruohonen, K. and Peisker, M. , 2002. Dephytinization of two soy proteins increases phosphorus and protein utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. Vol. 204, pp.145-156.

Influence of supplemental phytase on fish meal replacement by soybean and its effects on growth and body composition of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Zargareian P. ^{(1)*}; Abedian Kinari A.M. ⁽²⁾ and Nazari R.M. ⁽³⁾

pzargareian@gmail.com

1,2- Faculty of Natural Resources and Marine Sciences Tarbiat Modares University,
P.O.Box: 46414-356 Noor, Iran

3- Shahid Rajaei Sturgeon Hatchery, P.O.Box: 8330 Sari, Iran

Received: October 2005

Accepted: May 2007

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, Phytase, Diet, Soybean meal, Body composition

Abstract

Influence of phytase enzyme and replacement of fishmeal protein by soybean meal protein on growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) specimens each with a mean weight of 121.75 ± 5.95 g were studied. Experimental diets by factorial method 3×3 , containing three levels of replacement (0.0, 35 and 70%) and three levels of microbial phytase (0.0, 1000, 2000 units/kg diet) were formulated and prepared. Nine treatments and three replicates of random groups of 20 fish per each 2 cubic meter ($2 \times 2 \times 0.5$ m) tank were used in the study. All diets contained 36-38% protein and about 4000 cal/g energy. During the 9 weeks period of the study, fish were fed to satiation level, three times daily. Statistical results indicated that the increase of replacement level to 35% had no significant effect on growth index ($P \geq 0.05$). Effect of replacement on body composition was not significant, except for crude energy which decreased in 70% level ($P \leq 0.05$). Effect of phytase enzyme on growth index was positive and 2000 units/kg diet of phytase showed the best result ($P \leq 0.05$), but phytase levels had no significant effect on body composition. Result also showed that there was a significant interaction between phytase enzyme and meal replacement ($P \leq 0.05$). We suggest using 2000 units/kg diets of phytase with at least 35% replacement of fish meal protein by soybean meal protein as a suitable formula for growing rainbow trout.

*Corresponding author