

اثرات جایگزینی پودر ماهی با پودر سویای تخمیر شده بر رشد، ترکیب بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*)

جعفر احسانی^{*}، میلاد منیعات^۲، حمید محمدی آذر^۲، عادل قبطانی^۳

۱. گروه شیلات، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران

۲. گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

۳. گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۲

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2017.51421](https://doi.org/10.22113/jmst.2017.51421)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات جایگزینی پروتئین پودر ماهی با پودر سویای تخمیر شده (FSM) بر عملکرد رشد، کارایی غذایی، ترکیب بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهی جوان شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) انجام شد. پنج جیره غذایی با میزان پروتئین و چربی یکسان در سطوح ۰ (کنترل)، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم FSM آماده شد. تعداد ۳۰۰ عدد ماهی شانک زردباله (۲۰ عدد ماهی به ازای هر تانک) با میانگین وزنی $0.01 \pm 2/51$ گرم به صورت دستی، سه بار در روز تا حد سیری به مدت ۵۶ روز تغذیه شدند. پس از پایان دوره آزمایشی نمونه‌گیری از ماهیان به منظور عملیات زیست‌سنجی، سنجش ترکیب بیوشیمیایی بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی صورت گرفت. نتایج حاصل از این مطالعه در پایان دوره آزمایشی نشان داد، ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف FSM تفاوت معنی‌داری در وزن نهایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و میزان بازماندگی با گروه کنترل نشان ندادند. در ترکیب تقریبی بدن ماهیان نیز تحت تأثیر مقدار FSM در جیره غذایی ارتباط معنی‌داری مشاهده نگردید. فعالیت آنزیم‌های گوارشی در روده ماهیان در ارتباط به مقدار FSM موجود در خوراک قرار نداشت. این مطالعه نشان داد که ۳۰ درصد از پودر ماهی موجود در جیره‌ی ماهیان جوان شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) با پودر سویای تخمیر شده قابل جایگزینی است.

واژگان کلیدی: پودر سویای تخمیر شده، شانک زردباله، رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: e.ehsani2@gmail.com

۱. مقدمه

پودر ماهی به دلیل کیفیت مناسب پروتئین و خوش خوراکی آن، مهمترین ترکیب در جیره ماهیان است (Lovoll, 1984). با این حال از آنجایی که منابع پروتئین گیاهی ارزان تر و قابل دسترسی تر می باشند، می توان با جایگزینی بخشی از پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان هزینه های غذا و وابستگی صنعت آبی پروری کشور به واردات را کاهش داد. بنابراین در سال های اخیر جایگزینی آرد ماهی با منابع گیاهی از جنبه های اقتصادی و اکولوژیک به عنوان ضرورتی برای توسعه پایدار صنعت آبی پروری تبدیل شده است (Tidwell and Allan, 2002).

در میان پروتئین های گیاهی، پودر سویا به دلایلی مانند میزان بالای پروتئین، توازن اسیدهای آمینه ضروری، در دسترس بودن منابع آن و هزینه پایین به عنوان گزینه ای مناسب برای جایگزینی قسمتی یا تمام پروتئین پودر ماهی در جیره می باشد، اما ارزش کامل تغذیه ای آن، تنها بعد از غیرفعال سازی فاکتورهای ضد تغذیه ای^۱ مانند بازدارنده های پروتئینی، آنتی ویتامین و لکتین که ارزش غذایی جیره را با موجودیت مواد معدنی و هضم پذیری مغذی ها کاهش می دهد، نمایان می گردد. در آزاد ماهیان، کربوهیدرات های غیرنشاسته ای یا فاکتورهای ضد تغذیه ای مقاوم به گرما در سویا، به عنوان فاکتورهای مهم در کاهش عملکرد رشد گزارش شده اند (Harpez et al., 2006). گزارش شده است که تخمیر تکنیکی مناسب برای خشک کردن محصولات مرطوب با کمترین میزان هدرروی مغذی ها می باشد (Yamamoto et al., 2004). تخمیر فرآیندی است که به میکروارگانیسم هایی مانند *Bacillus subtilis* اجازه می دهد که ماکرومولکول های پروتئینی را به مقدار زیادی ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی

پایین تجزیه کنند (Kiers et al., 2000). تخمیر پودر سویا باعث غیرفعال سازی فاکتورهای ضد تغذیه ای (Reddy and Pierson, 1994; Lim et al., 2010)، بهبود کیفیت تغذیه ای (Canella et al., 1984)، بهبود هضم پذیری (Kiers et al., 2000) و افزایش نیمه عمر غذای فرآوری شده (Skrede and Nes, 1988) می شود. سیلاژ ماهی تخمیر شده و پودر سویای تخمیر شده (FSM^۲) به عنوان منابع پروتئینی مناسب در جیره ی گربه ماهی (*Clarias gariepinus*) و تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) گزارش شده اند (Fagenro et al., 1994). نشان داده شده که FSM باعث رشد و کارایی بیشتر غذایی در مقایسه با پودر سویای تخمیر نشده در جیره ماهی دم زرد ژاپنی (*Seriola quinqueradiata*) می شود (Shimeno et al., 1993a).

بیشتر پرورش دهندگان برای پرورش ماهیان گوشتخوار مانند شانک زردباله از جیره های تجاری استفاده می کنند که عمدتاً حاوی میزان بالایی پودر ماهی می باشد. با این حال اطلاعات کمی در استفاده از FSM در جیره شانک زردباله وجود دارد. همچنین بر اساس دانش ما، توجه کمتری به ارتباط بین پروتئین گیاهی جیره و وضعیت فیزیولوژیکی ماهی شده است (Oslen et al., 2007). بنابراین این مطالعه به منظور تعیین اثرات جایگزینی پودر ماهی جیره با FSM بر عملکرد رشد، کارایی غذایی و برخی از پارامترهای بیولوژیکی در شانک زردباله جوان می باشد تا مکانیسم آن شناخته شود و میزان مناسبی از FSM در جیره این ماهی تعیین شود.

۲. مواد و روش ها

پودر سویا با استفاده از *B. subtilis* بر اساس روش Lim et al. (2010) با اندکی تغییرات تخمیر شد. به

۲. fermented soybean meal

۱. (ANFs)

گردد. رژیم نوری بر اساس سیستم طبیعی (۱۲) ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) تنظیم گردید. در شروع و اتمام آزمایش، ماهیان توزین و شاخص های رشد و بازماندگی محاسبه شد.

به منظور بررسی شاخص های رشد ماهیان در ابتدا و انتهای دوره آزمایشی شاخص های رشد شامل میزان افزایش وزن بدن (WG)، درصد افزایش وزن بدن (%WG)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بازماندگی (SR) با استفاده از معادلات معمول و استاندارد محاسبه گردید (Tacon, 1990; Hung et al., 1993; Zhou et al., 2010):

معادله شماره ۱- افزایش وزن بدن (Weight gain):

معادله شماره ۲- درصد افزایش وزن بدن:

$100 \times \text{وزن اولیه} / \text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی} = (\text{WG}\%)$

معادله شماره ۳- ضریب رشد ویژه (Specific growth rate):

معادله شماره ۴- ضریب تبدیل غذایی (Food conversion ratio):

معادله شماره ۵- درصد بازماندگی (Survival rate):

در پایان آزمایش پنج عدد ماهی از هر تانک به صورت تصادفی نمونه برداری شد و به منظور آنالیز شیمیایی بدن در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. آنالیز تقریبی جیره ها و ماهیان براساس روش AOAC (1990) تعیین شد. میزان پروتئین خام بر اساس روش کجلدال با دستگاه کجلدال اتوماتیک اندازه گیری شد. لیپید خام با روش استخراج اتر، محتوای رطوبت با آون در ۱۰۵ درجه سانتیگراد و به مدت ۲۴ ساعت و خاکستر توسط کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتیگراد و ۴ ساعت) تعیین شدند.

همچنین در پایان آزمایش (بعد از یک روز گرسنگی) از هر تانک پنج عدد ماهی گرفته و پس از اعمال

طور خلاصه، پودر سویا توسط بخار در اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه (۶- pH=۵) پخته شد. بعد از سرد کردن، پودر سویای بخار داده شده با سوسپانسیونی از *B. subtilis* آغشته شد. سپس پودر سویای آغشته شده به باکتری در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شد (pH = ۸/۳۵). محصولات فرآیند تخمیر در آون خشک کن خلأ در کمتر از ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ ساعت خشک شدند (pH = ۷-۸). سرانجام FSM با استفاده از آسیاب الکتریکی به اندازه های کمتر از ۴۰۰ میکرومتر تبدیل شدند.

پنج جیره با پروتئین و چربی مشابه با مقادیر ۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم FSM تولید شده با *Bacillus subtilis* و به عنوان (WG) کنترل، FSM10، FSM15، FSM25 و FSM30 با استفاده از نرم افزار لیندو فرموله شدند. پودر ماهی کیلکا به عنوان اولین منبع پروتئین و روغن ماهی و سویا به عنوان منابع چربی استفاده شدند. همه مواد به (۳۰۰ گرم) در یک کیلوگرم پودر ماهی و پودر (SR) استفاده از ماشین پلت زنی آماده شدند. پلت ها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و به اندازه (۱۰۰ گرم) در ظروف نگهداری قرار داده شدند. در ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان استفاده نگهداری شدند. ماهیان بلوغ یافته ماهیان یک عدد از هر تانک تعداد ماهیان از تعداد ۱۰ تا ۱۲ (SR) (بوشهر- ایران) تهیه شدند. ماهیان به شرایط آزمایشگاهی در مدت دو هفته قبل از شروع تیمار آزمایشی تطابق داده شده و با توجه به پنج تیمار آزمایشی (به ازای هر تیمار سه تکرار) به صورت تصادفی در بین ۱۵ تانک های پلاستیکی ۱۵۰ لیتری (۲۰ ماهی در هر تانک) توزیع شدند. ماهیان به صورت دستی و مقدار سیری سه وعده در روز (ساعت های ۹، ۱۳ و ۱۷) و به مدت ۵۶ روز غذاهای شدند. آب دریای فیلتر شده برای هر تانک تأمین شد. در طول دوره آزمایشی دمای آب به صورت روزانه با استفاده از دماسنج اندازه گیری شد. میانگین دمای آب در طول دوره آزمایش ۲۳/۸±۰/۷۴ درجه سانتی

اساس روش ANOVA یکطرفه و پس آزمون توکی مورد سنجش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار آماری SPSS 16.0 انجام گرفت.

۳. نتایج

نتایج رشد و کارایی غذایی در جدول ۱ نشان داده شده است. وزن نهایی، افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن (% WG)، نرخ رشد ویژه (SGR) و میزان بقا تحت تأثیر میزان FSM موجود در جیره نبود ($P > 0.05$). همچنین FCR در ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت پودر سویای تخمیر شده با گروه کنترل تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0.05$).

ترکیب بدن ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت FSM در جدول ۲ نشان داده شده است. پروتئین، لیپید و میزان خاکستر ماهیان تغذیه شده با سطوح متفاوت FSM تفاوت معنی داری با گروه کنترل نداشتند ($P > 0.05$).

فعالیت آنزیمهای گوارشی در جدول ۳ ارائه شده است. فعالیت آلفا آمیلاز، لیپاز و تریپسین در روده ماهیان تحت تأثیر میزان FSM موجود در جیره قرار نداشت. به نحوی که هیچ اختلاف معنی داری در تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید ($P > 0.05$).

بیهوشی در آب تمیز سرد شستشو داده و در روی یک صفحه شیشه‌ای تمیز بر روی یخ کالبدشکافی شدند. پس از خارج کردن محتویات روده، نمونه‌های روده بلافاصله در Tris-HCL ۵۰ میلی مولار حاوی CaCl₂ ۲۰ میلی مولار و KCl ۵۰ میلی مولار (۷/۵ pH) هموزن و سپس سانتریفیوژ شدند (۱۵۰۰۰ g به مدت ۴۰ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) (Azarm & Lee, 2014). ۱۰۰ میلی گرم بافت در هر میلی‌لیتر بافر استفاده شد و سپس مایع رویی برداشته و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد به منظور آنالیزهای بیوشیمیایی نگهداری شد. همه ی تکنیک‌های آزمایشی بر اساس فرآیند فتومتریک بود. فعالیت آلفا آمیلاز، لیپاز و تریپسین بر اساس روش‌های توصیفی زیر اندازه‌گیری شدند. فعالیت آنزیم براساس فعالیت اختصاصی $U. mg^{-1}$ پروتئین بیان شد. فعالیت اختصاصی آلفا آمیلاز، لیپاز و تریپسین با روش فتومتریک آنزیمی و با کیت آمیلاز (پارس آزمون، تهران، ایران) انجام شد. میزان پروتئین با روش بردفورد (۱۹۷۶) اندازه‌گیری شد.

این آزمایش بر اساس طرح آماری کاملاً تصادفی انجام شد. داده‌های اولیه در نتایج به صورت میانگین \pm خطای استاندارد بیان گردید. نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk مورد آنالیز قرار گرفتند و تفاوت‌های آماری بین تیمارها ($P < 0.05$) بر

جدول ۱. عملکرد رشد ماهیان جوان شانک زردباله‌ی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۸ هفته

شاخص	تیمارهای آزمایشی			
	شاهد	۱۰ درصد	۱۵ درصد	۲۵ درصد
وزن اولیه (گرم)	۲/۵۱±۰/۰۳ ^{ns}	۲/۵۳±۰/۰۵	۲/۵۰±۰/۰۵	۲/۵۲±۰/۰۳
وزن نهایی (گرم)	۶/۸۸±۰/۱۲ ^{ns}	۶/۸۷±۰/۱۵	۶/۸۴±۰/۲۰	۶/۸۲±۰/۱۸
افزایش وزن (گرم)	۴/۴۰±۰/۱۰ ^{ns}	۴/۳۶±۰/۱۲	۴/۳۶±۰/۱۶	۴/۳۰±۰/۲۰
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۷۳/۷۳±۲/۶۴ ^{ns}	۱۷۲/۴۰±۲/۲۵	۱۷۳/۷۰±۴/۲۶	۱۷۱/۱۶±۱/۷۷
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۷۹±۰/۰۱ ^{ns}	۱/۷۹±۰/۰۱	۱/۷۹±۰/۰۲	۱/۷۵±۰/۰۱
ضریب تبدیل غذایی	۱/۵۰±۰/۱۷ ^{ns}	۱/۳۶±۰/۱۲	۱/۲۶±۰/۱۲	۱/۴۳±۰/۰۶
بازماندگی (درصد)	۹۵±۲/۸۸ ^{ns}	۹۵±۵	۹۶/۶۶±۱/۶۶	۹۳/۳۳±۴/۴۰

۴. بحث و نتیجه گیری

جیره ماهیان آب شیرین مانند تیلایپا (*Oreochromis niloticus*) (Wee and Shu, 1979)، کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) (Dabrowski and Kosak, 1979) و گربه ماهی آبی (*Ictalurus furcatus*) (Webster et al., 1995) انجام داده‌اند.

نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به عملکرد رشد و فعالیت آنزیم‌های گوارشی، تا ۳۰ درصد از پودر ماهی در جیره ماهیان جوان شانک زردباله با پودر سویای تخمیر شده قابل جایگزینی است. پودر سویا به عنوان گسترده‌ترین و بهترین منبع پروتئین گیاهی موجود مورد توجه است. تعداد زیادی از محققین آزمایشاتی برای استفاده از پودر سویا در

جدول ۲. ترکیب تقریبی لاشه ماهیان جوان شانک زردباله‌ی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۸ هفته

شاخص (درصد)	تیمارهای آزمایشی			
	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
رطوبت	۶۹/۸۲±۰/۷۴ ^{ns}	۶۹/۵۶±۰/۹۴	۷۰/۴۰±۰/۷۹	۷۰/۳۶±۰/۸۸
پروتئین	۱۵/۷۱±۰/۶۲ ^{ns}	۱۵/۷۲±۱/۰۹	۱۵/۵۹±۰/۴۲	۱۵/۸۲±۰/۳۶
چربی	۷/۸۸±۰/۲۲ ^{ns}	۷/۵۸±۰/۳۷	۷/۶۴±۰/۱۷	۷/۶۸±۰/۲۰
خاکستر	۴/۳۳±۰/۱۶ ^{ns}	۴/۵۷±۰/۲۲	۴/۶۲±۰/۲۷	۴/۶۳±۰/۲۵

جدول ۳. فعالیت آنزیم‌های گوارشی در ماهیان جوان شانک زردباله‌ی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۸ هفته

شاخص	تیمارهای آزمایشی			
	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
آمیلاز (U mg ⁻¹ protein)	۰/۸±۰/۰۹ ^{ns}	۰/۸±۰/۱۱	۰/۷±۰/۱۴	۰/۸±۰/۰۷
لیپاز (U mg ⁻¹ protein)	۱/۳±۰/۱۳ ^{ns}	۱/۳±۰/۱۱	۱/۵±۰/۰۹	۱/۶±۰/۱۷
تریپسین (U mg ⁻¹ protein)	۳۵۹±۱۲/۳ ^{ns}	۳۳۳±۱۸/۱	۳۴۳±۱۴/۷	۳۶۳±۱۹/۶

همچنین چندین مطالعه در مورد استفاده از پودر سویا در جیره ماهیان دریایی صورت گرفته است (Lim and Lee, 2008). پروتئین پودر ماهی تا مقدار ۲۰۰ گرم در کیلوگرم با پودر سویا در جیره ماهی دم زرد قابل جایگزینی است (Shimeno et al., 1993b). Day and Plascencia (2000) گزارش کردند که پروتئین پودر ماهی تا میزان ۲۵۰ گرم در کیلوگرم با پروتئین تغلیظ شده‌ی سویا در جیره‌ی ماهی توربوت (*Scophthalmus maximus*) قابل جایگزینی است. نشان داده شده است که ۳۰۰ گرم در کیلوگرم از پروتئین پودر ماهی با پودر سویا در جیره آزاد ماهی اقیانوس آرام (*Oncorhynchus nerka*) قابل جایگزین کردن می باشد (Carter and Hauler, 2000).

Kikuchi (1999) بیان کرد که در حدود ۳۵۰ گرم در کیلوگرم از پروتئین پودر ماهی با پودر سویای بدون چربی در ترکیب با منابع دیگر پروتئینی مانند پودر گلوتن ذرت و پودر خون در جیره کفشک ماهی زیتونی جوان قابل جایگزین کردن است. همچنین کاهش معنی دار در رشد ماهی شانک (*Sparus aurata*) در جایگزینی پروتئین پودر ماهی با پودر سویا گزارش شده است (Negas et al., 2008). به طور کلی عملکرد رشدی ضعیف در ماهیان تغذیه شده با منابع پروتئین گیاهی مانند پودر سویا به دلیل خوش خوراکی پایین، کمبود برخی اسید آمینه‌های ضروری، کمتر در دسترس بودن فسفر، اختلالات در متابولیسم چربی‌ها و میزان بالای فاکتورهای ضد تغذیه‌ای (ANFs) مشاهده شده است (Gomes et al., 2008).

مقایسه با پودرهای خام تخمیر نشده (۲۰۰-۱۰۰ گرم در کیلوگرم) در جیره ماهی روهو (*Labeo rohita*) (Mukhopadhyay and Ray, 1999; Bairagi et al., 2002) می دهد.

اخیراً Zhou et al., 2011 گزارش کرده اند که تا ۲۰۰ گرم در کیلوگرم پروتئین پودر ماهی با FSM تخمیر شده با مخمر *Candida utilis* در ماهی شانک سیاه قابل جایگزین کردن است. Kader et al., 2011 گزارش کرده اند که پروتئین پودر ماهی تا ۳۶۰ گرم در کیلوگرم با FSM و ضایعات ماهی مرکب به عنوان جاذب در جیره کفشک ماهی می توان جایگزین کرد. همچنین Wee (1991) پیشنهاد داده که ارزش غذایی ترکیب گیاهی طی دوره تخمیر با فعالیت های میکروبی بهبود می یابد. فعالیت آنزیم های گوارشی در شانک های تغذیه شده با سطوح مختلف FSM در جیره به صورت ضعیفی در کاهش کارایی غذایی و پروتئینی

زتاب دارد. بیان کننده این است که فرآیندهای FSM به غیرفعال سازی بازدارنده های تریپسین کمک می کند. بنابراین، به نظر می رسد که دلایل دیگر بر عملکرد هضم-جذب و در نتیجه کارایی غذایی تأثیر گذار هستند. پیشنهاد شده است که الیگوساکاریدها و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای (NSP ها) در آماده سازی سویا منجر به کاهش دسترسی مغذی ها و انرژی طی مکانیسم اتصال به نمک های صفراوی و تغییر در ویسکوزیتی هضم و سرعت انتقال مواد غذایی می شود (Francis et al., 2001). همچنین کاهش دسترسی مغذی/انرژی در پاسخ به جیره های حاوی سطوح بالای پودر سویای فرآوری شده به روش مرسوم بخاطر الیگوساکاریدها و فاکتورهای ضدتغذیه ای در تقریباً همه گونه های ماهیان بررسی شده تا امروز مشاهده شده است (Harpez et al., 2006).

از طرف دیگر، مصرف غذاهای حاوی منابع و سطوح پروتئینی متفاوت به صورت معکوس با میزان انرژی قابل هضم آن ها مرتبط است (Morales et al.,

ANF. al., 1995; Ye et al., 2011) ها پتانسیل استفاده از پودر سویا را در فرمولاسیون غذایی کاهش می دهند و توان بیشتری برای تکنیک های فرآوری به منظور بهبود ارزش تغذیه ای پودر سویا باید مصرف شود. بنابراین چندین روش برای بهبود ارزش غذایی سویا (Jackson et al., 1982)، تحریک غذایی (Deng et al., 2006) و تخمیر (Lee et al., 2011; Kader et al., 2010) پیشنهاد شده است. تکنیک های مدرن فرآوری، دامنه ای از روش های شیمیایی، آنزیمی و فیزیکی را بکار برده است (Phillips, 1989; Anderson and Wolf, 1995). فرآیند تخمیر مزایایی برای جایگزینی بیشتر پودر ماهی با پروتئین های دیگر با غیرفعال سازی فاکتورهای ضد تغذیه ای (Reddy and Pierson, 1994)، افزایش پروتئین های با وزن مولکولی پایین و هضم پذیری بالاتر دارد (Kader et al., 2011). این تکنیک اجازه می دهد میزان بالاتر جایگزینی (۴۰۰-۳۰۰ گرم در کیلوگرم) پودر دانه های روغنی، بقولات و ماکروفیت های گیاهی در (1994). بنابراین به نظر می رسد که ماهی اثرات منفی فاکتورهای ضد تغذیه ای در FSM بر کاهش دسترسی انرژی در جیره را با افزایش معنی دار مصرف غذا. پروتئین جبران می کند. در مجموع می توان بیان کرد که اگر چه استفاده از FSM تولید شده با *Bacillus subtilis* می تواند بر کیفیت غذایی پودر سویا اثرات مثبتی داشته باشد و این امر در مطالعات فوق قابل تأیید است، با این حال وضعیت تغذیه ای و فیزیولوژیک گونه های مختلف ماهیان و همچنین عوامل ضدتغذیه ای پودر سویا می تواند از مهمترین علل بروز نتایجی بر خلاف نتایج این تحقیق باشد. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق پروتئین پودر ماهی تا مقدار ۳۰۰ گرم در کیلوگرم FSM در جیره ماهیان جوان شانک زردباله بدون اثرات منفی قابل جایگزینی می باشد.

منابع

- Virginia, USA.
- Ashida T, Okimasu E., Amemura A. 2002. Effects of a fermented vegetable product on hemolysis and lipid peroxidation of Japanese flounder erythrocytes. *Fisheries Science* 68, 1324-1329.
- Azarm
- HM, Lee SM. 2014. Effects of partial substitution of dietary fish meal by fermented soybean meal on growth performance, amino acid and biochemical parameters of juvenile black sea bream (*Acanthopagrus schlegeli*). *Aquaculture Research*, 45, 994-1003.
- Baeverfjord G, Krogdahl A. 1996. Development and regression of soybean meal induced enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar* L, distal intestine: a comparison with the intestines of fasted fish. *Journal of Fish Diseases*. 19, 375-387.
- Bairagi A, Ghosh K.S, Sen S.K., Ray A.K. 2002. Duckweed (*Lemna polyrhiza*) leaf meal as a source of feedstuff in formulated diets for rohu (*Labeo rohita* Ham.) fingerlings after fermentation with a fish intestinal bacterium. *Bioresource Technology* 85, 17-24.
- Brdocz S, Grant G, Ewen, S.W.B, Duguid T.J, Brown D.S, Englyst K, Pusztai A. 1995. Reversible effect of phytohaemagglutinin on the growth and metabolism of rat gastrointestinal tract. *Gut* 37, 353-360.
- Bolin D.W, King R.P, Klosterman E.W. 1952. A simplified method for determination of chromic oxide (Cr₂O₃) when used as an index substance. *Science* 116, 634- 635.
- Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72, 248-254.
- Canella M, Bernardi A., Marghinott D. 1984. Improvement of germinated sunflower meal by fermentation. *Journal of Food Science and Technology* 17, 314.
- Carter C.G, Hauler R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, (*Salmo salar* L). *Aquaculture* 185, 299-311.
- Dabrowski K, Kosak B. 1979. The use of fish meal and soybean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. *Aquaculture* 18, 107-114.
- Day O.J, Plascencia G.H.G. 2000. Soybean protein concentrate as a protein source for turbot (*Scophthalmus maximus* L).
- Anderson R.L, Wolf, W.J. 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *Journal of Nutrition* 125, 581S-588S.
- AOAC .1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, In: Cunniff, P. (Ed.), 16th edition. AOAC International, Arlington, Aquaculture Nutrition 6, 221-228.
- Deng J, Mai K, Zhang W, Wang X, Xu W, Liufu Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 258, 503-513.
- Fagbenro O, Jauncey K, Haylor G. 1994. Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquatic Living Resource* 7, 79-85.
- Francis G, Makkar H.P.S, Becker K. 2001. Anti-nutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199, 197-227.
- Furukawa, A, Tsukahara, H. 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish* 32, 502-506.
- Gomes E.F, Rema P, Kaushik S.J. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), digestibility and growth performance. *Aquaculture* 130, 177-186.
- Harpez S, Tibaldi E, Hakim Y, Uni Z, Tulli F, de Francesco M, Luzana U. 2006. Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (*Diacentrarchus labrax*). *Aquaculture* 261, 182-193.
- Hung S.S.O, Lutes P.B, Shqueir A.A, Conte F.S. 1993. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* 115, 297-303.
- Jackson A.J, Capper B.S, Matty A.J. 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture* 27, 97-109.
- Kader M.A, Koshio S, Ishikawa M, Yokoyama S, Bulbul, M, Nguyen B.T, Goa J., Laining A.

2011. Can fermented soybean meal and squid by-product blend be used as fishmeal replacements for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture Research, doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02945.x.
- Kiers J.L, Van Laeken A.E, Rombouts F.M, Nout M.J. 2000. In vitro digestibility of bacillus fermented soya bean. International Journal of Food Microbiology 60, 163-169.
- Krogdahl A, Bakke-McKellep A.M, Baeverfjord G. 2003. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture Nutrition 9, 361-371.
- Kikuchi K. 1999. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets Japanese founder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture 179, 3-11.
- Lee K.J, Kim S.S, Pham M.A, Kim K.W, Son M.H. 2010. Effects of microbial fermentation of soybean on growth performances, phosphorus availability, and antioxidant activity in diets for juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Food Science Biotechnology 19, 1605-1610.
- Lim S.J, Lee K.J. 2008. Supplementation iron and phosphorus increase dietary inclusion of cottonseed and soybean meal in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture Nutrition 14, 423-430.
- Lim S.J, Lee K.J. 2009. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*. Aquaculture 290, 283-289.
- Lim S.J, Kim S.S, Pham M.A, Song J.W, Cha J.H, Kim J.D, Kim J.U, Lee K.J. 2010. Effects of fermented cottonseed and soybean meal with phytase supplementation on gossypol degradation, phosphorus availability, and growth performance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fisheries and Aquatic Sciences 13, 284-293.
- Lovell R.T.1984. Use of soybean products in diets for aquaculture species. Animal Nutrition Bulletin. American Soybean Association, February 1984, pp. 1-6.
- Morales A.E, Cardenete G, de la Higuera M, Sanz A. 1994. Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 124, 117-126.
- Mukhopadhyay N, Ray A.K.1999. Effect of fermentation on the nutritive value of sesame seed meal in the diets for rohu (*Labeo rohita* Hamilton), fingerlings. Aquaculture Nutrition 5, 229-236.
- Nengas I, Alexis M.N, Davies S.J. 2008. Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Research 27, 147-156.
- Olsen R.E, Hansen A.C, Rosenlund G, Hemre G.I, Mayhew T.M, Knudsen D.L, Eroldogan O.T, Myklebust R, Karlsten O. 2007. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) Health aspects. Aquaculture 272, 612-624.
- Pham M.A, Lee K.J, Lim S.J, Park K.H. 2007. Evaluation of cottonseed and soybean meal as partial replacement for fishmeal in diets for juvenile Japanese olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fisheries Science 73, 760-769.
- Phillips, R.D.1989. Effect of extrusion cooking on the nutritional quality of plant proteins. In: Protein Quality and the Effects of Processing (eds R.D. Phillips and J.W. Finley). pp. 219-246. Marcel Dekker, New York.
- Pongmaneerat J, Watanabe T. 1993. Effect of extrusion processing on the utilization of soybean meal diets for rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi 59, 1407-1414.
- Ramachandran S, Ray A.K. 2007. Nutritional evaluation of fermented black gram (*Phaseolus mungo*) seed meal in compound diets for rohu (*Labeo rohita* Hamilton), fingerlings. Journal of Applied Ichthyology 23, 74-79.
- Reddy N.R, Pierson M.D. 1994. Reduction in anti-nutritional and toxic components in plant foods by fermentation. Food Research International 27, 281-290.
- Robinson E.H, Li M.H. 1994. Use of plant proteins in catfish feeds. Replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fishmeal with soybean meal and cottonseed meal. Journal of the World Aquaculture Society 25, 271-276.
- Shimeno S, Mima T, Yamamoto O, Ando Y. 1993a. Effects of fermented defatted soybean meal in diet on growth feed conversion and body composition of juvenile yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi 59, 1883-1888.
- Shimeno S, Mima T, Imanaga T, Tomaru K. 1993b. Inclusion of combination of defatted soybean meal, meat meal and corn gluten meal to yellowtail diet. Nippon Suisan Gakkaishi 59, 1889-1895.

- Skrede A, Nes I.F. 1988. Slaughterhouse by-products preserved by (*Lactobacillus plantarum*) fermentation as feed for mink and foxes. *Animal Feed Science and Technology* 20, 287-298.
- Tacon A.G.J. 1990. Standard Method for Nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent laboratories Press, pp. 4-27.
- Tidwell J, Allan G. 2002. Fish as food: aquaculture's contribution: ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries. *Aquaculture Europe: Magazine of the European Aquaculture Society* 33(3).
- Webster C.D, Goodgame-Tiu L.S, Tidwell J.H. 1995. Total replacement fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L-methionine, in fish diets for blue catfish, (*Ictalurus furcatus* Leseur). *Aquaculture Research* 26, 299-306.
- Wee K.L, Shu S.W. 1989. The nutritive value of boiled full fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture* 81, 303-312.
- Wee K.L. 1991. Use of nonconventional feedstuffs of plant origin as fish feeds is it practical and economically feasible In: *Fish Nutrition Research in Asia, proc. 4th Asian Fish Nutrition Workshop*. (De Silva, S.S ed), pp.13-32. Asian Fisheries Society, Manila, the Philippines.
- Yamamoto M, Saleh F, Hayashi K. 2004. A fermentation method to dry and convert shochu distillery byproduct to a source of protein and enzymes. *Journal of Poultry Science* 41, 275-280.
- Ye J, Liu X, Wang Z, Wang K. 2011. Effect of partial fish meal replacement by soybean meal on the growth performance and biochemical indices of juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture International* 19, 143-153.
- Zhou F, Song W, Shao Q, Peng X, Xiao J, Hua Y, Owari B.N, Zhang T, Ng W.K. 2011. Partial replacement of fish meal by fermented soybean meal in diets for black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society* 42, 184-197.

Effects of partial substitution of dietary fish meal by fermented soybean meal on growth performance, body composition and activity of digestive enzymes of juvenile yellowfin sea bream (*Acanthopagrus latus*)

Jafar Ehsani^{1*}, Milad Maniat², Hamid Mohammadi Azarm², Adel Ghabtani³

1. Department of Fisheries, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran

2. Department of Fisheries, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

3. Department of Fisheries, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

A feeding trial was conducted to evaluate the effect of replacing fish meal protein with fermented soybean meal (FSM) on the growth performance, feed utilization, body composition and digestive enzymes activity of yellowfin sea bream (*Acanthopagrus latus*) juvenile. Five isonitrogenic and isolipidic diets were prepared with levels of 0 (control), 100, 150, 250 and 300 g kg⁻¹ FSM. Triplicate groups (20 fish per tank) of yellowfin sea bream with initial weight of 2.51±0.01 g were hand-fed to visual satiation at three meals per day for 56 days. The fish fed diets containing different levels of FSM had no significant differences regarding Final weight, Weight gain, SGR, FCR and Survival with control group. Whole body proximate compositions of fish were not affected by dietary FSM level. The activity of digestive enzymes in the intestine was not affected by dietary FSM level. This study showed that up to 30% fish meal in the diets of juvenile yellowfin (*Acanthopagrus latus*) could be replaced by fermented soybean meal.

Keywords: fermented soybean meal, yellowfin sea bream, growth, digestive enzymes activity

Table 1. Growth performance of juvenile yellowfin sea bream fed the experimental diets for 8 weeks.

Table 2. Proximate composition(%) of the whole body of juvenile yellowfin sea bream fed the experimental diet for 8 weeks.

Table 3. Digestive enzyme activity in juvenile yellowfin sea bream fed the experimental diets for 8 weeks.

¹ *Corresponding author E-mail: e.ehsani2@gmail.com