

## 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<sup>۱\*</sup>، میلاد منیعات<sup>۲</sup>، حمید محمدی آذر<sup>۳</sup>، عادل قبطانی<sup>۳</sup>

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

### 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 آبزی 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 آبزی 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<sup>۱</sup> 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 میکروارگانسیم 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<sup>۲</sup>) 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 طور خلاصه، پودر سویا توسط بخار در اتوکلاو در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه (۶-۵ pH) پخته شد. بعد از سرد کردن، پودر سویای بخار داده شده با سوسپانسیون *B. subtilis* آغشته

۲. fermented soybean meal

۱. (ANFs)

به منظور بررسی شاخص‌های رشد ماهیان در ابتدا و انتهای دوره آزمایشی شاخص‌های 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:

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

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 چیره‌ها و ماهیان براساس روش AOAC (1990) تعیین شد. میزان پروتئین خام بر اساس روش کجلدال با دستگاه کجلدال اتوماتیک اندازه‌گیری 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 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

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 اندازه‌های کمتر از ۴۰۰ میکرومتر تبدیل شدند.

پنج جیره با پروتئین و چربی مشابه با مقادیر ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم FSM تولید شده با *Bacillus subtilis* و به عنوان جیره (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 (W2\*Ln) گرم (۱۵۰۱ گرم پودر ماهی، ۱۵۰۱ گرم پودر سویا و ۱۵۰۱ گرم پودر ماهی) استفاده از ماشین پلت‌زنی آماده شدند. پلت‌ها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و به اندازه (گرم) (مغزوبند مغزوبند مقداری (گرم) (مغزوبند مغزوبند در (FCR) ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری شدند. ماهیان بزرگ ماهیان یک عدد در ماهیان از تعداد ۱۰ (SR) (بوشهر- ایران) تهیه شدند. ماهیان به شرایط آزمایشگاهی در مدت دو هفته قبل از شروع تیمارهای آزمایشی تطابق داده شده و با توجه به پنج تیمار آزمایشی (به ازای هر تیمار سه تکرار) به صورت تصادفی در بین ۱۵ تانک‌های 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 غذادهی شدند. آب دریای فیلتر شده برای هر تانک تأمین شد. در طول دوره آزمایشی دمای آب به صورت روزانه با استفاده از دماسنج اندازه‌گیری شد. میانگین دمای آب در طول دوره آزمایش ۲۳/۸±۰/۷۴ درجه سانتی‌گراد بود. رژیم نوری بر اساس سیستم طبیعی (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) تنظیم گردید. در شروع و اتمام آزمایش، ماهیان توزین و شاخص‌های رشد و بازماندگی محاسبه شد.

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 ( $P>0/05$ ).

CaCl<sub>2</sub> 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 سانتی گراد) (Azarm & Lee, 2014). ۱۰۰ میلی گرم بافت در هر میلی لیتر بافر استفاده شد و سپس مایع رویی برداشته و در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد 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 اندازه گیری 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) اندازه گیری 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 اساس روش ANOVA یکطرفه و پس آزمون توکی

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	۳۰ درصد
وزن اولیه (گرم)	۲/۵۱±۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۲/۵۳±۰/۰۵	۲/۵۰±۰/۰۵	۲/۵۲±۰/۰۳	۲/۵۲±۰/۰۳
وزن نهایی (گرم)	۶/۸۸±۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۶/۸۷±۰/۱۵	۶/۸۴±۰/۲۰	۶/۸۵±۰/۱۵	۶/۸۲±۰/۱۲
افزایش وزن (گرم)	۴/۴۰±۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۴/۳۶±۰/۱۲	۴/۳۶±۰/۱۶	۴/۳۳±۰/۱۳	۴/۳۰±۰/۲۰
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۷۳/۷۳±۲/۶۴ <sup>ns</sup>	۱۷۲/۴۰±۲/۲۵	۱۷۳/۷۰±۴/۲۶	۱۷۱/۱۶±۱/۷۷	۱۷۰/۶۳±۵/۱۰
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۷۹±۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۱/۷۹±۰/۰۱	۱/۷۹±۰/۰۲	۱/۷۵±۰/۰۱	۱/۷۷±۰/۰۳
ضریب تبدیل غذایی	۱/۵۰±۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۱/۳۶±۰/۱۲	۱/۲۶±۰/۱۲	۱/۵۶±۰/۰۳	۱/۴۳±۰/۰۶
بازماندگی (درصد)	۹۵±۲/۸۸ <sup>ns</sup>	۹۵±۵	۹۶/۶۶±۱/۶۶	۹۳/۳۳±۴/۴۰	۹۳/۳۳±۱/۶۶

پودر سویای تخمیر شده قابل جایگزینی است. پودر سویا به عنوان گسترده ترین و بهترین منبع پروتئین گیاهی موجود مورد توجه است. تعداد زیادی از محققین آزمایشاتی برای استفاده از پودر سویا در

### ۴. بحث و نتیجه گیری

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

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

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 <sup>ns</sup>	۶۹/۵۶±۰/۹۴	۷۰/۴۰±۰/۷۹	۷۰/۳۶±۰/۸۸
پروتئین	۱۵/۷۱±۰/۶۲ <sup>ns</sup>	۱۵/۷۲±۱/۰۹	۱۵/۵۹±۰/۴۲	۱۵/۳۹±۰/۵۵
چربی	۷/۸۸±۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۷/۵۸±۰/۳۷	۷/۶۴±۰/۱۷	۷/۶۸±۰/۲۰
خاکستر	۴/۳۳±۰/۱۶ <sup>ns</sup>	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 <sup>-1</sup> protein)	۰/۸±۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۸±۰/۱۱	۰/۷±۰/۱۴	۰/۸±۰/۱۲
لیپاز (U mg <sup>-1</sup> protein)	۱/۳±۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۱/۳±۰/۱۱	۱/۵±۰/۰۹	۱/۶±۰/۱۷
تریپسین (U mg <sup>-1</sup> protein)	۳۵۹±۱۲/۳ <sup>ns</sup>	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 می‌باشد (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., 1995; Ye et al., 2011). ANF ها پتانسیل استفاده از پودر سویا را در فرمولاسیون غذایی کاهش می‌دهند و توان بیشتری برای تکنیک‌های فرآوری به منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای 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 (et al., 2011; Lee et al., 2010) پیشنهاد شده است. تکنیک‌های مدرن فرآوری، دامنه‌ای از روش‌های شیمیایی، آنزیمی و

فیزیکی را بکار برده است (Phillips, 1989; Anderson and Wolf, 1995). فرآیند تخمیر مزایایی برای جایگزینی بیشتر پودر ماهی با پروتئین‌های دیگر با غیرفعال‌سازی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای (Reddy and Pierson, 1994)، افزایش پروتئین‌های با وزن مولکولی پایین و هضم پذیری بالاتر دارد (Kader et al., 2011). این تکنیک اجازه‌ی میزان بالاتر جایگزینی (۳۰۰-۴۰۰ گرم در کیلوگرم) پودر دانه‌های روغنی، بقولات و ماکروفیت‌های گیاهی در مقایسه با پودرهای خام تخمیر نشده (۱۰۰-۲۰۰ گرم در کیلوگرم) در جیره ماهی روهو (*Labeo rohita*) (Mukhopadhyay and Ray, 1999; Bairagi et al., 2002) می‌دهد.

*Bacillus subtilis* می‌تواند بر کیفیت غذایی پودر سویا اثرات مثبتی داشته باشد و این امر در مطالعات فوق قابل تأیید است، با این حال وضعیت تغذیه‌ای و فیزیولوژیک گونه‌های مختلف ماهیان و همچنین عوامل ضدتغذیه‌ای پودر سویا می‌تواند 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 می‌باشد.

#### منابع

- 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, 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

اخیراً Zhou et al., 2011 گزارش کرده‌اند 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 کرده‌اند که پروتئین پودر ماهی تا ۳۶۰ گرم در کیلوگرم با FSM و ضایعات ماهی مرکب به عنوان جاذب در جیره کفشک ماهی می‌توان جایگزین کرد. همچنین Wee (1991) پیشنهاد داده که ارزش غذایی ترکیب گیاهی طی دوره تخمیر با فعالیت‌های میکروبی بهبود می‌یابد. فعالیت آنزیم‌های گوارشی در شانک‌های 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 غیرفعال‌سازی بازدارنده‌های تریپسین کمک می‌کند. بنابراین، به نظر می‌رسد که دلایل دیگر بر عملکرد هضم-جذب و در نتیجه کارایی غذایی تأثیر گذار هستند. پیشنهاد شده است که الیگوساکاریدها و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP ها) در آماده-سازی سویا منجر به کاهش دسترسی مغذی‌ها و انرژی طی مکانیسم اتصال به نمک‌های صفراوی و تغییر در ویسکوزیتی هضم و سرعت انتقال مواد غذایی می‌شود (Francis et al., 2001). همچنین کاهش دسترسی مغذی/انرژی در پاسخ به جیره‌های حاوی سطوح بالای پودر سویای فرآوری شده به روش مرسوم بخاطر الیگوساکاریدها و فاکتورهای ضدتغذیه-ای در تقریباً همه‌ی گونه‌های 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 آن‌ها مرتبط است (Morales et al., 1994). بنابراین به نظر می‌رسد که ماهی اثرات منفی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در FSM بر کاهش دسترسی انرژی در جیره را با افزایش معنی‌دار مصرف غذا . پروتئین جبران می‌کند. در مجموع می‌توان بیان کرد که اگر چه استفاده از FSM تولید شده با

- 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 (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 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). *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 (*Dicentrarchus 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 flounder (*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, Erolodogan O.T, Myklebust R, Karlsen 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, MimaT, 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, MimaT, ImanagaT, 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.4<sup>th</sup> 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<sup>1\*</sup>, Milad Maniat<sup>2</sup>, Hamid Mohammadi Azarm<sup>2</sup>, Adel Ghabtani<sup>3</sup>

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<sup>-1</sup> 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.

<sup>1</sup> \*Corresponding author E-mail: e.ehsani2@gmail.com