اثرات سطوح متفاوت نسبت پروتئین به انرژی (P/E) جیره غذایی بر روی رشد و ترکیب بدن تاسماهی ایرانی پرورشی (*Acipenser persicus*)

محمود محسنی[۱]*؛ محمد پورکاظمی[۲]؛ محمود بهمنی[۳]؛ حمیدرضا پورعلی[۴] و میرمسعود سجادی[۵]

mahmoudmohseni@yahoo.com

۱، ۲، ۳ و ۴ - انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت

صندوق پستی: ۳٤٦٤-٤١٦٣٥

۵- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۸۵

چکیده

به منظور بهبود تغذیه و رشد تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) آزمایشی جهت اندازه‌گیری نسبت مناسب پروتئین به انرژی (P/E) در جیره غذایی تاسماهی ایرانی زیر یکسال (وزن متوسط ۰/۶۵±۱۳۶/۸۲ گرم) در قالب چهار تیمار (سه تکرار در هر تیمار) در حوضچه‌های فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری در شرایط یکسان پرورشی (اکسیژن محلول، نور، شدت جریان آب و ...) طراحی و انجام شد. از چهار جیره غذایی به نامهای H با سطح P/E=۲۱/۳۳، N با سطح P/E=۲۰/۲۴، L با سطح P/E = ۱۹/۲۲ و M با سطح P/E = ۱۸/۲۶ برحسب میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول استفاده شد. ماهیان به مدت ۱۳۰ روز و روزانه تا حد سیری تغذیه شدند. درجه حرارت آب بین ۱/۴۸±۱۲/۸۲ درجه سانتیگراد و میزان اکسیژن محلول در طول دوره پرورش ۰/۱۸±۹/۵۵ میلی‌گرم در لیتر در نوسان بود. در تمام تیمارها ماهیان به سرعت رشد نموده و استفاده مفیدی از جیره‌ها داشتند. در این آزمایش مشخص شد که با کاهش سطوح پروتئین به انرژی، میزان رشد، PER, FE, SGR و GR افزایش می‌یابد. بعبارت دیگر رشد بالاتر در ارتباط با سطح پایین‌تر P/E مشاهده گردید. میزان مصرف غذا و ضریب چاقی با میزان انرژی جیره رابطه مستقیم داشت (H>M>L>N)، یعنی با افزایش انرژی و کاهش نسبت پروتئین به انرژی (P/E) مقادیر فوق‌الذکر دارای رابطه مثبت بودند و افزایش یافتند. مقادیر کارآیی غذا (FE) و میزان کارآیی پروتئین (PER) در ماهیانی که از جیرهٔ N (دارای کربوهیدرات بیشتر و درصد چربی کمتر) و L (دارای کربوهیدرات کمتر و درصد چربی بیشتر) تغذیه کرده بودند، برابر بود. می‌توان اذعان نمود که تاسماهی ایرانی می‌تواند از چربیها و کربوهیدراتها بعنوان یک منبع انرژی غیرپروتئینی استفاده کند. نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار ۴۰ درصد پروتئین و نسبت پروتئین به انرژی ۱۸/۳ تا ۱۹/۲ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول برای رشد و کارآیی موثر پروتئین در تاسماهی ایرانی مناسب و کافی است.

لغات کلیدی: تاسماهی ایرانی، *Acipenser persicus*، پروتئین، انرژی

* نویسندهٔ مسئول

مقدمه

در بین تاسماهیان موجود در منطقه خزر جنوبی، تاسماهی ایرانی بدلیل بومی بودن، امکان تولید مثل در شرایط اسارت، تأمین نوزاد و بچه ماهی با هزینه بسیار کمتر در مقایسه با سایر گونه‌های تاسماهیان، گونه مناسبی برای پرورش گوشتی بشمار می‌رود، اما هیچگونه غذای تجاری ویژه این گونه ساخته نشد (محسنی، ۱۳۸۱). کارآیی تغذیه و رشد در ماهیان از جمله مهمترین عوامل اقتصادی است که قابلیت تولید تجاری آنها را تعیین می‌کنند. مطالعات محسنی و همکاران (۱۳۸۲) در مورد پرورش گونه تاسماهی ایرانی در حوضچه‌های فایبرگلاس با استفاده از غذای کنسانتره نشان داد هر چند فیلماهی از لحاظ پتانسیل رشد نسبت به سایر گونه‌های تاسماهیان ایران متمایز می‌گردد، اما رشد بالقوه در تاسماهی ایران بخصوص بعد از مرحله سازگاری به غذای کنسانتره نسبتاً بالا بوده، می‌توان با تهیه جیره آغازی مناسب (با توجه به اندازه دهان ماهی)، به حداکثر رشد دست یافت. این ماهی به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارد. پروتئین ماده ضروری برای رشد و نگهداری بشمار می‌رود (Qinghui *et al.*, 2004). محققین زیادی از جیره‌های خالص و نیمه خالص برای تعیین نیاز پروتئینی و انرژی ماهیان استفاده کرده‌اند و اکثر آنها مقداری که در آن حداکثر رشد را با حداقل مصرف جیره مشاهده نمودند، مناسب دانسته‌اند (Halver, 1989). مشخص گردید وقتی سطح انرژی جیره پایین باشد ممکن است بخشی از پروتئین بجای رشد، صرف سوخت و ساز شود، پس تعیین میزان پروتئین مورد نیاز و نسبت آن به انرژی قابل سوخت و ساز اهمیت زیادی دارد (Hepher, 1988) زیرا میزان مناسب پروتئین مورد نیاز برای عملکرد رشد مناسب ماهی به میزان انرژی غذا بستگی دارد (Cowey, 1979). مطالعات Brendan و همکاران (۱۹۸۸) میزان پروتئین خام ۴۰ درصد از یک منبع با کیفیت خوب برای رشد مناسب بچه تاسماهیان سفید (*A. transmantanus*) با وزن ۱۴۵ تا ۳۰۰ گرم را تعیین نمودند. نتایج مطالعهٔ Kaushik و همکاران (۱۹۹۱) نشان داد که میزان ۳۶ تا ۳۸ درصد پروتئین خام در جیره غذایی تاسماهی سیبری (وزن ۹۰ تا۴۰۰ گرم) از روند رشد مناسبتری نسبت به جیره با ۴۲ درصد پروتئین برخوردار می‌باشد. استفاده از منابع انرژی غیرپروتئینی نشان داد که پروتئین جیره کمتر برای تولید انرژی مصرف شده و صرف رشد می‌شود (Nankervis *et al.*, 2000 و Morais *et al.*, 2001).

استفاده از انرژی غیرپروتئینی در جیره ماهیان با توجه به معایب آن (تولید ماهیان پر چرب) (Fu *et al.*,2001) و جلوگیری از مصرف سایر مواد مغذی (Winfree & Stickney, 1981) باید دقیقاً مورد ارزیابی قرار گیرد (Qinghui *et al.*, 2004). وجود چربی در جیره سبب می‌شود، پروتئین کمتر بعنوان منبع انرژی استفاده گردد، در نتیجه بیشتر به مصرف رشد ماهی برسد (Brauge *et al.*, 1994). به همین دلیل در سالهای اخیر پرورش‌دهندگان آزاد ماهی به منظور به حداقل رساندن میزان کاتابولیسم پروتئین و در نتیجه افزایش ذخیره پروتئین و عملکرد رشد، به افزایش مقدار لیپید در جیره تمایل نشان داده‌اند (Black & Pickering, 1998).

متخصصین امر تغذیه در دو دهه اخیر میزان لیپید را تا سطح ۳۵ درصد در جیره‌های غذایی آزاد ماهی آتلانتیک پرورشی افزایش داده‌اند (Black & Pickering, 1998). سطح بهینه چربی در ماهیان خاویاری بخوبی تعیین نشده است (Hung *et al.*, 1997). تاسماهی سفید تغذیه شده با جیره‌های پر انرژی آزاد ماهیان (حاوی ۲۵/۸ تا ۳۵/۷ درصد لیپید) رشد سریع و بازده غذایی خوبی نشان دادند (Hung *et al.*, 1997). معمولاً ۱۰ تا ۲۰ درصد چربی در جیره ماهی بدون تأثیر منفی بر روی رشد توصیه می‌شود (De silva & Anderson, 1995). نتایج دستآوردهای Hung و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که جیره‌های حاوی انرژی بالا (۲۵۰ تا ۳۵۰ گرم در کیلوگرم چربی) می‌تواند باعث تسریع در روند رشد و کارآمد شدن تبدیل غذا در گونه *A. transmontanus* گردد. محمدی و همکاران (۱۳۸۱) سطوح بالای پروتئین (۴۰ تا ۵۰ درصد) برای جیره غذایی بچه فیلماهیان (*H. huso*) با وزن ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم را پیشنهاد نمودند. نتایج مطالعات امیرخانی سرارودی (۱۳۸۲) نشان داد که جیره با سطح پروتئینی ۴۵ درصد و ۲۱/۱ مگاژول انرژی خام در هر کیلوگرم برای رشد بهینه فیلماهی جوان (*H. huso*) با وزن ۶۰ تا ۱۰۰ گرم مناسب است. ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) نیاز پروتئینی و چربی بچه ماهیان انگشت قد تاسماهی ایرانی با وزن ۱ تا ۵ گرم را بترتیب ۵۰ و ۱۷/۲ درصد با نسبت DE/CP برابر ۷۶ کالری بر گرم و برای بچه فیلماهیان با وزن ۲ تا ۲۰ گرم را ۴۵ تا ۵۰ درصد پروتئین و ۱۴/۱ تا ۱۷/۲ درصد چربی با نسبت DE/CP برابر ۷۶ تا ۸۰ کالری بر گرم بیان نمودند. بنابراین نسبت مناسب پروتئین به انرژی (P/E)

جیره باید در هنگام فرموله کردن به دقت مورد توجه قرار گیرد. هر چند این میزان مناسب براساس گونه و اندازه ماهی و نیز تفاوت در فرمولاسیون غذا و سیستم پرورشی متغیر است (Qinghui *et al.*, 2004).

مطالعه حاضر به منظور برآورد نسبت مناسب پروتئین به انرژی جیره، جهت بررسی عملکرد رشد و متابولیسم مواد مغذی در تاسماهی ایرانی زیر یکسال طراحی و انجام شد.

مواد و روش کار

این آزمایش از تاریخ ۱۳۸۱/۸/۲۸ الی ۱۳۸۲/۱/۳۱ در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری واقع در رشت اجرا شد. در این راستا ۱۲ عدد وان فایبرگلاس (قطر ۱۰۵ سانتیمتر، ارتفاع ۵۱ سانتیمتر و حجم آب ۵۰۰ لیتر) مجهز به سیستم هوادهی و شیرهای تنظیم آب (بصورت فواره‌ای) با دبی آب ۴/۷۵ لیتر در دقیقه (آب رودخانه سفیدرود)، مورد استفاده قرار گرفت.

۱۲۰ عدد تاسماهی ایرانی (۱۰ ماهی در هر تانک) با وزن متوسط ۱۳۶/۸۲±۰/۶۵ گرم در یک طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل که در انستیتو تحقیقات به غذای کنسانتره سازگار شده بودند، انتخاب و بطور تصادفی در وانها توزیع شدند (سه تکرار برای هر تیمار)، بطوریکه هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین بیوماس وانها وجود نداشت. چهار جیره غذایی به نامهای H با سطح P/E = ۲۱/۳۳، N با سطح P/E = ۲۰/۲۴، L با سطح P/E = ۱۹/۲۲ و M با سطح P/E = ۱۸/۷۵ برحسب میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول، فرموله و مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). آرد ماهی عمل‌آوری شده در درجه حرارت پایین و دارای کیفیت بالا، بعنوان منبع پروتئینی و روغن ذرت و کیلکا (به نسبت مساوی) بعنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱). ترکیب خمیر مانند با استفاده از دستگاه چرخ گوشت تجاری به صورت گرانول با قطر ۲ میلی‌متر (با توجه به اندازه دهان ماهی) تبدیل شد.گرانول‌ها در دستگاه خشک‌کن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد خشک گردیدند. سپس بسته بندی و شماره‌گذاری شده و تا زمان مصرف در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. یک ساعت قبل از توزیع غذا در وانها، جیره‌های ساخته شده از فریزر خارج و در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از متعادل شدن درجه حرارت، غذا با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و بصورت دستی تا حد اشباع در چهار وعده در شبانه‌روز (ساعات ۲، ۸، ۱۴ و ۲۰) به ماهیان داده شد. در اجرای آزمایش ماهیان (۱۳۰ روز) سعی گردید عوامل فیزیکی و شیمیایی موثر در پرورش، برای تیمارهای مختلف یکسان باشد و تنها متغیر، نوع جیره غذایی بعنوان یک شاخص اصلی، جهت افزایش روند رشد، عادت‌دهی به غذای کنسانتره و تلفات ناشی از آن مورد بررسی قرار گیرد. ماهیان هر دو هفته یکبار بصورت انفرادی با استفاده از ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین و طبق آن مقدار جیره غذایی برای دو هفته بعد تنظیم می‌شد. به منظور کاهش استرس بعد از توزین، تغذیه به مدت یک روز متوقف (Hung & Lutes, 1987) می‌گردید. همچنین ماهیان قبل از زیست‌سنجی در محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بی‌هوش می‌شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۱). یک نمونه ۵ تایی از ماهی از هر تانک در انتهای آزمایش جمع شده و برای تعیین ترکیب تقریبی لاشه در ۲۰- درجه سانتیگراد منجمد شدند. آنالیز تقریبی ترکیبات و مواد اولیه جیره، جیره‌های آزمایشی و بدن ماهیان با روشهای استاندارد جیره AOAC (1995) انجام شد. نمونه جیره‌ها و ماهی در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد بمدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل (N=۶/۲۵) با استفاده از روش کجلدال تعیین شد. چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج، انرژی موجود در ترکیبات غذایی و جیره با استفاده از بمب کالریمتر و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شدند.

با استفاده از اطلاعات وزن و طول ماهیان در هر وان، محاسبات مربوط به افزایش وزن بدن و ... براساس فرمولهای زیر انجام شد:

F.C.R=F/(Wt-W۰) (Ronyai *et al.*, 1990)

(Abdelghany & Ahmad, 2002)

F : مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wt و W۰: میانگین بیوماس اولیه و نهایی

S.G.R = (lnWt -ln W۰)/t x100

(Ronyai *et al.*, 1990)

% BWI = 100 x (BWf - BWi)/BWi

(Hung *et al.*, 1989)

BWI%: درصد افزایش وزن بدن

Bwi و BWf : متوسط وزن اولیه و وزن نهایی در هر مخزن

DFC= (feedintake/((initial weiget+final weight)/2) * (number of days))*100

PER=(Bwf-Bwi)/TF× CP (Moore *et al.*, 1988)

FE = (Bwf-Bwi) × 100/TF (Kofi *et al.*, 1992)

FE: کارآیی غذا PER: نسبت بازده پروتئین

DFC: میزان مصرف روزانه

TF: کل پروتئین مصرفی هر ماهی

CP: کل خوراک مصرفی هر ماهی

داده‌های هر تیمار تحت آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آنالیز همبستگی قرار گرفتند، وقتی که تفاوتها معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$)، از تست جداساز دانکن برای مقایسه میانگینهای بین تیمارها استفاده شد. آنالیز آماری با استفاده از SPSS 9.0 انجام شد.

جدول ۱: اجزای غذایی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ترکیبات غذایی	جیره ۱	جیره۲	جیره ۳	جیره ٤
آرد ماهی	٤۰	۳۹	٤۱	٤۰/۵
آرد سویا	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
آرد گندم	۲٤/۱۹	۱۹/٦۹	۱۲/٦	۸/٦۹
مخمر	۵	۵	۵	۵
شیر خشک دامی	۳	۳	۳	۳
پودر گوشت	۵	۵	۵	۵
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ویتامین پرمیکس	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مواد معدنی	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ویتامین c	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
کولین	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷
لیسیتین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مالتوز	۲	۲	۲	۲
ال کارنیتین	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹
روغن	۵	۱۰/۵	۱۵/۹	۲۰
ترکیب بیوشیمیایی جیره				
رطوبت (درصد)	۱۱/۲	۱۰/۹	۱۰/۵	۱۱/۰۵
پروتئین خام (درصد)	٤۰/٤٦	٤۰/۰۱	٤۰/۲۸	۳۹/۸۹
چربی خام (درصد)	۹/۸۹	۱٤/۹۷	۲۰/۲۱	۲٤/۰٦
خاکستر (درصد)	۹/۵	۹/۷	۹/۸	۸/۹
کربوهیدرات (درصد)	۲۷/۸	۲٤/۵	۱۹/۱	۱٦/۰۵
انرژی خام (مگاژول برکیلوگرم جیره)	۱۸/۹۷	۱۹/۷٦	۲۰/۹٦	۲۱/۸۵
نسبت پروتئین به انرژی (میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول)	۲۱/۳۳	۲۰/۲٤	۱۹/۲۲	۱۸/۲٦

نتایج

در ابتدای تحقیق تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی به لحاظ تغییرات وزنی وجود نداشت و چهار گروه مورد بررسی به لحاظ میانگین وزنی همگن بودند (P≥۰/۰۵). در طول مدت آزمایش هیچگونه تلفاتی در تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد. نتایج مربوط به نسبتهای مختلف پروتئین به انرژی (P/E) نشان داد که، تمامی جیره‌ها به خوبی توسط ماهیان پذیرفته شدند. روند رشد، جذب غذا، مصرف و کارآیی جیره‌ها بطور معنی‌داری تحت تأثیر نسبتهای مختلف پروتئین به انرژی (P/E) قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش مقادیر انرژی و کاهش نسبت پروتئین به انرژی (P/E) میزان رشد، تولید، شاخص رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و رشد روزانه از روند صعودی برخوردار بودند. ماهیانی که از جیره‌های M و L تغذیه نمودند از روند مناسبتری برخوردار بودند، همچنین اختلاف معنی‌داری با تیمار H و N داشتند (P≤ ۰/۰۵). مقادیر ضریب تبدیل غذایی و میزان مصرف روزانه (DFC) نیز تحت تأثیر نسبتهای مختلف پروتئین به انرژی (P/E) جیره قرار گرفت (جدول ۲). بطوریکه با افزایش مقادیر انرژی (کاهش نسبت پروتئین به انرژی) مقادیر ضریب تبدیل غذایی و مصرف روزانه کاهش یافتند. ماهیانی که از جیره M (۴۰/۲۵) تغذیه کردند، عملکرد بهتری نسبت به سایر جیره‌ها داشتند، هر چند اختلاف معنی‌داری بین آنها به استثنای تیمار H مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

ماهیانی که از جیره M (۴۰/۲۵) تغذیه کردند، بیشترین SGR را به میزان ۰/۹۲ درصد در روز داشتند و به فاصله کمی از آنها ماهیان تغذیه شده با جیره L (۴۰/۲۰) قرار داشتند (P>۰/۰۵). مقادیر PER و FE با افزایش سطح چربی و کاهش نسبت پروتئین به انرژی (P/E) افزایش یافت. ولی بیشترین میزان همواره در ماهیانی که از جیره L با ۴۰ درصد پروتئین و ۲۰ درصد چربی تغذیه کردند، ثبت شد (جدول ۲). همچنین مشخص گردید ماهیانی که از جیره L تغذیه کرده بودند، از ضریب وضعیت بالاتری برخوردار بودند. اگر چه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد (P≥ ۰/۰۵).

آنالیز واریانس یکطرفه نشانگر تأثیر نسبت مناسب پروتئین به انرژی (P/E) روی عوامل ترکیب بدن می‌باشد. چربی لاشه بدون توجه به نسبت پروتئین به انرژی، با چربی جیره همبستگی مثبت (P≤ ۰/۰۵) و رابطه عکس با محتوای پروتئین و رطوبت داشت.

جدول ۲: رشد گونه تاسماهی ایرانی تغذیه شده با جیره‌های غذای مختلف

شاخص / تیمار	W1 (gr)	W2 (gr)	DFC (%BW)	F.C.R	S.G.R	%BWI	FE	PER
H	۱۳۵/۰۳ [a]	۳۵۸/۳±۱۵/۸ [a]	۱٤۸/۰۹ [a]	۳/۳±۰/۲۸ [b]	۰/۷۹±۰/۰٤ [a]	۱٦۵/۵±۱۲/۸ [a]	۱۵۱±۱۲/۱۹ [a]	۳/۰٤±۰/۲۵ [a]
N	۱۳۹/۱۵ [a]	۳۷۱/٦ ±۱۱/٦ [a]	۱۳٦/۹۸ [a]	۳/۰٤±۰/۰۸ [ab]	۰/۷۹±۰/۰۳ [a]	۱٦۷/٤±۱۱/٤ [a]	۱٦۳/۳±٤/۵ [ab]	۳/۲۹±۰/۰٦ [ab]
L	۱۳۸/۰۹ [a]	۳۸۸/٦±۲۰/۱ [ab]	۱٤٤/٦۱ [a]	۳/۰۸±۰/۰۹ [ab]	۰/۸±۰/۰٤ [ab]	۱۸۱/۲±۱۲/٤ [ab]	۱۷۰/۳±۱/٤ [b]	۳/۵۸±۰/۰۸ [b]
M	۱۳٤/ ۵۸ [a]	٤۲۱/۳±۷/۹ [b]	۱٤۱/۳۱ [a]	۲/۷۷±۰/۰۵ [a]	۰/۹۲±۰/۰۲ [b]	۲۱۳/۲±۹/۳ [b]	۱٦۸/۰۲±۲/٦ [ab]	۳/٤۹±۰/۰۳ [ab]

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<0/05).

RICFSR©

جدول۳: مقایسه میانگین ترکیبات بدن تاسماهی ایرانی نسبت به سطوح مختلف پروتئین به انرژی

شماره جیره / ترکیبات لاشه	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳	جیره ٤
رطوبت (درصد)	۷۵/٦۹±۰/۳٦ ^{a}	۷٤/۷۳±۰/٦٤ ^{a}	۷٤/۵۱±۰/۷٤ ^{a}	۷٤/۱۲±۰/۹ ^{a}
خاکستر (درصد)	۰/۸٦±۰/۰٤ ^{a}	۰/۸٦±۰/۰۳ ^{a}	۰/۸۷±۰/۰۳ ^{a}	۰/۹۱±۰/۰۳ ^{a}
چربی خام (درصد)	۱/٤۳±۰/۱۹ ^{a}	۱/٤۵±۰/۱ ^{a}	۱/٤۷±۰/۲ ^{a}	۱/۹۸±۰/۲ ^{b}
پروتئین خام (درصد)	۱۸/۵۸±۰/۱۹ ^{C}	۱۸/٤±۰/۲ ^{bc}	۱۸/۲۵±۰/۷ ^{ab}	۱۸/۱±۰/٤ ^{a}

بحث

در سالهای اخیر به منظور کاهش هزینه‌های غذایی و همچنین کاهش آلودگی ناشی از پساب مراکز پرورش ماهی ساخت خوراکهای پرانرژی (high-energy feeds) و خوراکهای با پتانسیل آلایندگی کم (low-pollution feeds) در کشورهای صنعتی رایج گردیده است. خوراکهای پر انرژی حاوی مقدار زیادی چربی بوده (۱۵ تا ۳۰ درصد) که از این طریق میزان جیره غذایی افزایش یافته و در مصرف پروتئین صرفه‌جویی می‌شود. البته استفاده زیاد از چنین جیره‌هایی ممکن است میزان چربی لاشه را افزایش داده و کیفیت گوشت را پایین آورد که با گرسنگی دادن ماهی به مدت چند روز تا چند هفته قبل از فروش، این مشکل تا حد زیادی مرتفع می‌شود (علیزاده، ۱۳۷۹). متاسفانه اطلاعات بسیار ناچیزی در خصوص شرایط بهینه پرورش گوشتی تاسماهیان و نیازمندیهای غذایی آنها وجود دارد (Hung & Deng, 2002). تولید تجاری، مؤثر و کارآمد تاسماهیان با رشد مناسب و کمترین مقدار F.C.R ضروری به نظر می‌رسد. در حال حاضر کشورهایی مانند فرانسه، ایتالیا، آمریکا، اسپانیا و ... از ترکیبات مصنوعی به شکل گرانول استفاده می‌کنند که شباهت زیادی به ترکیبات غذای طبیعی دارد (Bronzi *et al.*, 1999). نتایج مشاهدات رفتارشناسی بچه تاسماهی ایرانی در مطالعه حاضر نشان داد، این ماهیان اساساً کفزی هستند اما تعدادی از آنها بیشتر در لایه‌های میانی آب قرار گرفته و حرکات پیوسته‌ای را در طول دیواره حوضچه‌ها انجام می‌دهند. گاهی به سطح آب می‌آیند و سپس دوباره به کف برمی‌گردند. بنابراین بایستی ساختار غذا به گونه‌ای باشد که بتدریج بطرف کف وان رفته و در آب مقاومت (بیش از ۱۵ دقیقه) داشته باشد. می‌توان گفت ترکیب کیفی غذا با توجه به عدم تفاوتهای فردی مطابق با نیازهای غذایی ماهیان پرورشی بوده است. براساس نتایج بدست آمده در طرح فوق، همچنین در مدت حداقل چند دوره پرورش (طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۱) مشخص گردید که تیمار غذایی M و L دارای حداکثر رشد و شاخص رشد ویژه می‌باشند. براساس میزان بازماندگی و سرعت رشد ماهیان دقیقاً می‌توان در زمینه مدیریت پرورش اظهار نظر نمود (Hung & lutes, 1987 و شفچنکو، ۱۹۹۹). ماهیانی که از جیره‌های M (جیره غذایی دارای ۴۰ درصد پروتئین و با نسبت P/E معادل ۱۸/۲۶میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول) و L (نسبت P/E معادل ۱۹/۲۲ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول) تغذیه کرده بودند، از روند رشد مناسبتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند (این زمانی قابل اجراست که پروتئین جیره، شامل آرد ماهی عمل‌آوری شده در دمای پایین و دارای ارزش تغذیه‌ای بالا از نظر قابلیت هضم و ترکیب اسید آمینه باشد). همچنین اختلاف معنی‌داری را با تیمار H و N (به ترتیب با نسبت P/E معادل ۲۱/۳۳ و ۲۰/۲۴ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول) نشان دادند ($P<0.05$). این امر مبین این است که افزایش چربی در جیره غذایی کارآیی مؤثری را در روند افزایش رشد جیره‌ها فراهم نموده است. بهبود روند رشد با افزایش سطوح چربی در مطالعات Desilva و همکاران (۱۹۹۱)، همچنین Lee و Kim (۲۰۰۱) بترتیب درخصوص گونه‌های تیلاپیا و سالمون ماسو (*Oncorhynchus masou* Brevoort) گزارش شده است.

همچنین افزایش چربی جیره باعث بهبود SGR و FCR شد که نشاندهندهٔ اثر چربی در صرفه جویی پروتئین است. این اثر قبلاً در ماهی باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*)

(Hong *et al.*, 1999)، سیم دریایی سرطلایی (*Sparus aurata*) (Vergara *et al.*, 1996 ;Company *et al.*, 1999)، کاد اقیانوس‌اطلس (*Gadus morhua*) (Morais *et al.*, 2001) و Nankervis و همکاران (۲۰۰۰) درخصوص گونهٔ (*Lates calcarifer*) گزارش شده بود.

در تیمارهای غذایی M و L میزان PER و FE در بالاترین حد بود. می‌توان اینگونه توجیه نمود که امکان دارد درصد چربی بکار رفته این جیره‌ها، مناسبتر باشد. بعبارت دیگر این امر مشخص کنندهٔ تاثیر جیره‌های پرانرژی بر افزایش نسبت بازدهی پروتئین و میزان ذخیره آن در بافت بدن می‌باشد. این حالت نشاندهندهٔ عدم استفاده از پروتئین موجود در جیره بعنوان منبع انرژی بوده که ضمن دریافت نیاز پروتئینی خود، حداکثر آن را صرف ساخت بافتها می‌نماید. همچنین تیمار غذایی H و N در مقایسه با سایر تیمارهای غذایی مورد استفاده از میزان کربوهیدرات بالاتری برخوردار بودند. بررسیهای آماری آزمون تجزیه واریانس یکطرفه در سطح ۵ درصد خطا مشخص نمود که مقادیر رشد و نمو و عوامل محاسباتی حاصل از آن در طول دوره پرورش از وضعیت نامناسبتری نسبت به سایر تیمارهای غذایی برخوردار بود ($P\leq ۰/۰۵$). از نظر کنترل متابولیک، ماهی ترجیح می‌دهد مصرف خوراکهای نامتعادل را کم نموده تا به این ترتیب فشار وارده بر متابولیسم خود را کاهش دهد (Houlihan *et al.*, 2001). بعبارت دیگر، ارزش غذای طبیعی و مصنوعی برای ماهیان تنها براساس وجود مواد مغذی به مقدار کافی در آنها تعیین نمی‌شود، بلکه دسترسی دستگاه گوارش به مواد مغذی (قابلیت هضم و جذب مواد غذایی) که منجر به افزایش میزان رشد و کارآیی تغذیه می‌گردد، بسیار حائز اهمیت است. احتمالاً دلیل دیگر کاهش رشد جیره‌های فوق، به بافت سخت این خوراک مربوط است. در گزارش Hung و Lutes در سال (۱۹۸۷)، رشد ضعیف ماهیان خاویاری تغذیه شده با جیره‌های تجاری قزل‌آلا عمدتاً به بافت سخت جیره نسبت داده شد (امیرخانی سرارودی، ۱۳۸۲)، بنابراین می‌توان اذعان نمود ماهیان خاویاری جیره‌های با بافت نرم را نسبت به جیره‌های با بافت سخت ترجیح می‌دهند. مشخص گردید که سطح مناسب پروتئین در غذا بسته به نوع ماده انرژی‌زای جیره تغییر می‌کند. اگر منشاء اصلی انرژی، چربیها باشند، مقدار پروتئینی که حداکثر رشد ماهی را تامین می‌کند کمتر از مواقعی است که منشاء انرژی کربوهیدراتها هستند، بطوریکه جذب پروتئین با افزایش مقدار چربی در جیره تا حدود معینی افزایش می‌یابد (واسیلیوا، ۲۰۰۰).

نسبت P/E نامناسب باعث رشد کم و استفاده کمتر از پروتئین و انرژی در ماهی می‌شود. نتایج مطالعات Webster *et al.*, 1995; Shiau & Lan, 1996; Samantary & Mohanty, 1997 یافته‌های مطالعه حاضر را تائید می‌نماید. Kaushik و همکاران (۱۹۹۱) نیاز پروتئینی تاسماهی سیبری را حدود ۳۰۰ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برابر با نسبت P/E برابر ۲۰ تا ۲۲ میلی‌گرم پروتئین به ۱ کیلوژول انرژی تعیین کردند. Moore و همکاران (۱۹۸۸) حد مناسب پروتئین برای گونه تاسماهی سفید (*A. transmontanus*) را در حدود ۳۸ درصد گزارش نمودند که این مقدار اندکی بالاتر از حد مناسب برای گونه تیلاپیا بود. Medale و همکاران (۱۹۹۵) حد مطلوب نسبت P/E برای تاسماهی سیبری با وزن متوسط ۳۰۰ گرم را بین ۲۰ تا ۲۲ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول انرژی تعیین نمودند. نسبت P/E مناسب در گربه ماهی روگاهی ۲۱/۱ تا ۲ /۳۵ میلی‌گرم پروتئین در کیلو ژول (Garling & Wilson, 1976; Reis *et al.*, 1989) تعیین گردید. نسبت P/E مناسب برای (shine bass) ۲۳/۷ تا ۲۵/۲ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول (Webster *et al.*, 1995 Keembiyehetty & Wilson, 1998;) و برای Mutton snapper ۲۷/۵ تا ۲۹/۵ میلی‌گرم در کیلو ژول می‌باشد (Watanabe *et al.*, 2001). نسبتP/E مناسب درخصوص ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) در حدود ۱۷/۷ و ۲۱ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول در مرحله اسمولت تعیین گردید (Hillestad & Johnsen, 1994).

اطلاعات تجزیه لاشه در این مطالعه نشان داد که با افزایش انرژی جیره غذایی یا بعبارت دیگر با افزایش چربی خام جیره، میزان چربی لاشه با افزایش چربی جیره افزایش یافت ($P\leq 0.05$). نتایج فوق مشابه، نتایج دستآوردهای Catautan & Coloso, 1995; Keembiyehetty & Wilson, 1998; Hung *et al.*, 1997) بود. رطوبت لاشه رابطه معکوسی با چربی لاشه داشت ($P\geq$ ۰/۰۵). بعبارت دیگر متناسب با سطوح پروتئین و انرژی دریافتی، آب و چربی در بدن ماهی جایگزین یکدیگر شده‌اند. موارد فوق در سایر ماهیان مشاهده شد (Hung *et al.*, 1990; Parazo, 1997). میزان پروتئین بدن نیز با افزایش نسبت P/E در هر سطح پروتئین، کاهش یافت.

نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که مقدار ۴۰ درصد پروتئین و نسبت پروتئین به انرژی ۱۸ تا ۲۰ میلی‌گرم پروتئین در کیلوژول برای رشد و کارآیی مؤثر پروتئین در تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) مناسب و کافی است. این درصورتی است که منبع اصلی پروتئین جیره، آرد ماهی عمل‌آوری شده در درجه حرارت پایین و منبع چربی از روغن ماهی با کیفیت مطلوب باشد. این مشخصه نشانگر پتانسیل بالا برای تولید تجاری تاسماهی ایرانی است. همچنین نشان می‌دهد که اگر میزان پروتئین بر کالری متوازن نگه داشته شود، رشد آن با جیره‌های غذایی پرانرژی بسیار موفقیت‌آمیز خواهد بود. هرچند تحقیقات بیشتری برای پرورش موفقیت‌آمیز تاسماهی ایرانی و سایر تاسماهیان مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری انجام شده است. از کلیه همکارانی که در اجرای این پژوهش دست یاری دادند و با کمکها و زحمات بیدریغشان پشتیبان ما بودند، کمال تشکر را داریم.

منابع

ابراهیمی، ع.، پور رضا، ج.، پاناماریوف، سرگی. و.، کمالی، ا. و حسینی، ع. ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان انگشت قد فیلماهی *(Huso huso)*. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱. شماره ۳. صفحات ۱۴۱ تا ۱۵۱.

امیرخانی سرارودی، ا. ، ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره غذایی روی رشد فیلماهی جوان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان. ۵۲ صفحه

شفچنکو، و.ن. ، ۱۹۹۹. ویژگی حوضچه پرورش ماهی. ترجمه: یونس عادلی. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. ۴۰ صفحه.

علیزاده، م. ، ۱۳۷۹. روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر قزل آلای رنگین کمان در آب لب شور کویری. پایان‌نامه دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۹۲ صفحه.

محسنی، م. ، ۱۳۸۱. ارزیابی پرورش گوشتی فیلماهی در حوضچه‌های فایبرگلاس. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری ۳ صفحه.

محسنی، م. ؛ پورکاظمی، م. ؛ بهمنی، م. ؛ پورعلی، ح. ؛ کاظمی، ر. ؛ آق‌تومان، و. و علیزاده، م. ، ۱۳۸۲. بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی در آب شیرین. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. ۱۴۳ صفحه.

محمدی .م. ؛ عابدیان. ع. ؛ شریعتمداری. ف. و محسنی، م. ، ۱۳۸۱. بررسی اثرات سطوح پروتئین جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه فیلماهی (*Huso huso*). مجله علوم دریایی، صفحات ۱۰۴ تا ۱۰۹.

واسیلیوا، ل.م. ، ۲۰۰۰. مسائل و مشکلات پرورش گوشتی تاسماهیان در شرایط کنونی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس علمی، عملی آستاراخان (بیوس). صفحات ۷ تا ۱۱.

Abdelghany, A.E. and Ahmad, H.M. , 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, Vol. 33, pp.415– 423.

AOAC, 1995. 16th edition. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, Vol. I, Washington, DC, USA, 1234P.

Black, K. and Pickering, D. , 1998. Biology of farmed fish. Raton, fla: Shefield. Academic Press. 80P.

Brauge, C.; Medale, F. and Corraz, M. , 1994. Effect of dietary protein level on grow and body composition of juvenile spotted sand bass (*Paralabrax maculato fasciatus*) fed practical diets. Vol. 194, pp.151-159

Brendan, J.; Moore, S.; Hung, O. and Medrano, J.F. , 1988. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture. Vol. 71, pp.235-245.

Bronzi, P.; Rosenthal, H.; Arlati, G. and Williot, P. , 1999. A brief overview on the status and prospects of sturgeon farming in western and central Europe. Journal of Applied Ichthyology.

15. Proceeding of the 3rd Int. Symp. On sturgeon. pp.224–227.

Catacutan, M.R. and Coloso, R.M. , 1995. Effect of dietary protein to energy rations on growth, survival, and body composition of juvenile Asian sea bass, *Lates calcarifer*. Aquaculture, Vol. 131, No. 1,2, pp.125-133.

Company, R.; Calduch-Giner, J.A.; Kaushik, S. and Perez-Sanchez, J. , 1999. Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): risks and benefits of high energy diets. Aquaculture, Vol. 171, pp.279-292.

Cowey, C.B. , 1979. Protein and amino acid requirements of finfish. *In*: J.E. Halver and K. Tiews (eds), Finfish nutrition and fish feed technology. Proceedings of a World Symposium Sponsored and Supported by EFAC of FAO, ICES, IUNS, Hamburg, 20-23 June 1978. Heenemann, Berlin. pp.4-15.

De Silva, S.S.; Gunasekera, R.M. and Shim, K.F. , 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture, Vol. 95, pp.305-318.

De Silva, S.S. and Anderson, T.A. , 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London. 319P.

Fu, S.J.; Xie, X.J.; Zhang, W.B. and Cao, Z.D. , 2001. The study on nutrition of *Silurus meridionalis*, fry. Aquaculture, Vol. 103, pp.55-63.

Garling, D.l., Jr. and Wilson, R.P. , 1976. The optimum protein to energy ratio for channel catfish. *Ictalurus punctatus*. Journal of Nutr. Vol. 106, pp.1368-1375.

Halver, J.E. , 1989. The vitamins. *In*: Halver, J.E. (Ed.), Fish Nutrition, 2nd edition. Academic Press, San Diego. pp.32-109.

Hepher, B. , 1988. Nutrition of pond fish. Cambridge University Press, Cambridge, 435P.

Hillestad, M. and Johnsen, F. , 1994. High-energy/ Low protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. Aquaculture, Vol. 124, pp.109-116.

Hong, H.; Lin, L.; Chen, X.; Hu, J. and Zhou, L. , 1999. Studies on the optimal content and protein sparing effect of lipid in artificial foodstuff for *Lateolabrax japonicus*. Journal of Jimei University, Vol. 4, pp.41-44.

Houlihan, D.; Boujard, T. and Jobling, M. , 2001. Food intake in fish. Blackwell Science. pp.8-25.

Hung, S.S.O.; Fymn-Aikins, F.K.; Lutes, P.B. and Xu, R.P. , 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*A. transmontanus*) to utilize different carbohydrate sources. Journal of Nutr., Vol. 119, pp.727-733.

Hung, S.S.O. and Deng, D.F. , 2002. Sturgeon, *Acipenser spp. In*: C. Lim and C.D. Webster, C.D. (eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CAB International Publishers, Wallingford, UK. pp.8-15.

Hung, S.O.O.; Storebakken, T.; Cui, Y.; Tian L. and Einen, O. , 1997. High-energy diets for white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Richardson. Aquaculture Nutrition, Vol. 3, pp.281-286.

Hung, S.S.O. and Lutes, P.B. , 1987. Optimum feeding rate of hatchery–produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20 °C. Aquaculture, Vol. 65, pp.307-317.

Kaushik S.J.; Brequf, J. and Blanc, D. , 1991. Requirements for protein and essential amino acids and their utilization by Siberian Sturgeon (*Acipenser baeri*). *In*: Acipenser. Actes du ler collque international sur le sturgeon. (Ed. P. Williot). France, CEMAGREF- DICOVA, Anthony, pp.25-39.

Keembiyehetty, C.N. and Wilson, R.P. , 1998. Effects of water temperature on growth and

RICEST

nutrient utilization of sunshine bass (*Morone chrysops*×*Morone sazatilis*) fed diets containing different energy/protein ratios. Aquaculture, Vol. 166, pp.151-162.

Kofi, F.A.; Hung, S.S.O.; Liu, W. and Li, H. , 1992. Grow, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-Gluc`ose. Aquaculture, Vol. 105, pp.61-72.

Lee, S.M. and Kim, K.D. , 2001. Affects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou* Brevoort). Aquaculture Research. Vol. 32(suppl. 1), pp.39-45.

Medale, F.; Corraze, G. and Kaushik, S.J. , 1995. Nutrition of farmed sibrian sturgeon. A review of our current knowledge. Proc. Inter. Sturg. Symp, pp.289-298.

Moore, B.J.; Hung, S.S.O. and Medrano, J. , 1988. Protein requirement of hatchery–production juvenile white sturgeon, *A. trasmontanus.* Aquaculture, Vol. 71, pp.235-245.

Morais, S.; Bell, J.G.; Robertson, D.A.; Roy, W.J. and Morris. P.C. , 2001. Protein /lipid rations in extruded diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): effects on growth, feed utilization, muscle composition and liver histology. Aquaculture, Vol. 203, pp.101–119.

Nankervis, L.; Matthews, S.J. and Appleford, P. , 2000. Effect of dietary non–protein energy source on growth, nutrient retention and circulating insulin–like growth factor 1 and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, *Lates cacarifer*. Aquaculture, Vol. 191, pp.323-335.

Parazo, M.M. , 1990. Effect of dietary protein and energy level on growth, protein utilization and carcass composition of rabbit fish, *Signanus guttatus*. Aquaculture, Vol. 86, pp.41-49.

Quinghui, A.I.; Mai, K.; Li, H.; Zhang, C.; Zhang, L.; Duan, Q.; Tan, B.; Zhang, W. and Liufu, Z. , 2004. Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. Aquaculture, Vol. 230, pp.507-516.

Reis, L.M.; Reutebuch, E.M. and Lovell, R.T. , 1989. Protein to energy rations in production diets and growth, feed conversion and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, Vol. 77, pp.21- 27.

Ronyai, A.; Peteri, A. and Radics, F. , 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. Aquaculture, Hungrica (Szarwas), Vol. 6, pp.13-18.

Samantary, K. and Mohanty, S.S. , 1997. Interaction of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead *Channa striata.* Aquaculture, Vol. 156, pp.241-249.

Shiau, S.Y. and Lan, C.W. , 1996. Optimum dietary protein level and preotein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture, Vol. 145, pp.259-266.

Vergara, J.M.; Robaina, L.; Izquierdo, M. and De La Higuera, M. , 1996. Protein sparing effect of lipids in diets for fingerlings of gilthead sea bream. Fish. Sci. Vol. 62, pp.620-623.

Wanatable, K.; Yoichi, H.; Kenjirou, U.; Takeyoushi, V.K.; Shuichi, S. and Takeshi, W.S. , 2001. Energy and protein requirements for maximum growth and maintenance of body weight of yellow tail. Fisheries Science, Vol. 66, pp.884 –893.

Webster, C.D.; Tiu, L.G.; Tidwell, J.H.; Wyk, P.V. and Howerton, R.D. , 1995. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (*Marone chrysops*× *M. saxatilis*) reared in cages. Aquaculture, Vol. 131, pp.291-301.

Winfree, R.A. and Stickney, R.R. , 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. Journal of Nutr. Vol. 111, pp.1001-1012.

RICEST©

Effect of different dietary protein to energy ratios (P/E) on growth performance and body composition of farmed Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)

Mohseni M.[(1)*]; Pourkazemi M.[(2)]; Bahmani M.[(3)]; Pourali H.R.[(4)] and Sajjadi M.M.[(5)]

Mahmoudmohseni@yahoo.com

1,2, 3, 4 - International Sturgeon Research Institute, P.O.Box: 41635-3464 Rasht, Iran

5- Faculty of Natural Sciences, Hormouzgan University, Bandar Abbas, Iran

Received: May 2005 Accepted: September 2006

Keywords: Persian sturgeon, Protein to energy ratio, Growth rate, SGR, FCR

Abstract

To improve Persian sturgeon nutrition and determine its nutritional requirements, a growth trial was conducted to measure optimum dietary protein to energy ratio in Persian sturgeon sub-yearlings. Four diets: H (P/E=21.33mg/kJ), N (P/E=20.24mg/kJ), L (P/E=19.22 mg/kJ) and M (P/E=18.26mg/kJ) were used in the experiment. Triplicate groups of fish were kept in 500L fiberglass tanks under homogenous culture conditions (dissolved oxygen, light and water flow rate) and fed with the experimental diets. Fish were fed to satiation four times per day during 130 days of experiment when the average water temperature and dissolved oxygen were 12.82±1.48^{0}C and 9.55±0.18mg/l respectively. Fish in all treatments grew fast and efficiently utilized the diets. Growth rate, FE, GR, SGR and PER increased with decreasing dietary protein to energy ratios. A higher growth was observed in the fishes fed with lower P/E ratios. Food intake and fatness coefficient increased with increasing dietary energy and decreasing P/E ratios. There were no significant differences in feeding efficiency (FE) and protein efficiency ratio (PER) in fish fed with diet N (high carbohydrate and low lipid content) and diet L (low carbohydrate and high lipid content). We conclude that the Persian sturgeon is able to use lipids and carbohydrates as non-protein sources of energy. The results of the present study demonstrated that the protein content and P/E ratio for optimum growth and efficient protein utilization in Persian sturgeon is 40% and 18.3-19.2mg protein/kJ energy, respectively.

* Corresponding author