Archive of SID

فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٤، شمارهٔ ٢، تابستان ١٣٩٤، صفحه ١٠٣-١١٣

تأثیر پلی بتا هیدروکسی‌بوتیرات (Poly-β-hydroxybutyrate) بر پارامترهای رشد، بقاء، ترکیب بدن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

ابراهیم حسین نجدگرامی[1*]، اشکان جعفری[2]، فریده بخشی[3]، رامین مناف فر[4]، رضوان الله کاظمی[5]، محمدعلی یزدانی‌ساداتی[5]

۱- استادیار، گروه زیست شناسی،دانشکده علوم،دانشگاه ارومیه،ارومیه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده شیلات،دانشگاه اژه، ازمیر ترکیه

۳- دانشجوی دکتری، تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه،دانشگاه ارومیه، ارومیه

٤- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۵- استادیار، گروه تکثیر و پرورش، موسسه تحقیقات بین‌اللملی تاسماهیان دریای خزر، رشت

تاریخ دریافت: ۹۳/۰٤/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰۵/۱٦

[*]نویسنده مسئول مقاله: e.gerami@urmia.ac.ir

چکیده

تاثیر ناپلی غنی شده با پلی‌بتاهیدروکسی بوتیرات (PHB) در غلظت‌های صفر (کنترل)، ۰/۱، ۰/۳ و ۱ گرم در لیتر بر پارامترهای رشد، ترکیب بدن، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور میکروبی روده در لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) بررسی شد. نتایج بیانگر کاهش معنی‌دار میزان پارامترهای رشد ($P<۰/۰۵$) لارو تغذیه شده با PHB بود. همچنین PHB منجر به افزایش میزان کل اسیدهای چرب اشباع و n6 و کاهش اسیدهای چرب تک غیر اشباع، C18:3n3، n3 و n3/n6 بدن لاروها گردید.PHB فعالیت آنزیم‌های گوارشی را نیز تغییر داد، به‌طوریکه پایین‌ترین میزان فعالیت آنزیم‌های گوارشی، توتال پروتئاز، آمیلاز و لیپاز در تیمارهای PHB ثبت گردید. بررسی فلور میکروبی انتهای روده لاروها از طریق PCR-DGGE نشان داد که تعدادی از باندها در تیمار با پایین ترین رشد، دارای غالبیت کمتری نسبت به سایر تیمارها هستند. نتایج کلی نشان داد که PHB دارای تاثیرات منفی در این مرحله از تکامل تاسماهی ایرانی است و برای یافتن غلظت بهینه PHB در محیط غنی سازی، مطالعات بیشتری باید انجام شود.

www.SID.ir

Archive of SID

کلید واژگان:پلی بتا هیدروکسی بوتیرات، تاس‌ماهی، فلور میکروبی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، متابولیسم چربی‌ها

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری یکی از بخش‌های مهم و فعال تولید غذاهایپروتئینی است که میزان تولیدات آنبرای مصارف انسانی براساس آمار فائو در سال ۲۰۰۸،بالغ بر ۵۲/۵ میلیون تن بوده که عمده این تولیدات را ماهیان آب شیرین، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و دیگر آبزیان تشکیل می‌دهند (FAO, 2009). در میان ماهیان پرورشی آب‌های شیرین، ماهیان خاویاری یکی از گونه‌های مهم و با ارزش اقتصادی هستندکه در طول دهه‌های گذشته، تخریب زیستگاه‌های این دسته از ماهیان و همچنین صید بی‌رویه آنها باعث قرار گرفتن نام این ماهیان در فهرست گونه‌های در حال انقراض شده است(Gisbert & williot, 2009). تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، یکی از گونه‌های بومی و از مهم‌ترین ماهیان خاویاری سواحل ایرانی دریای خزر است که در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد صید طبیعی این دریا را تشکیل می‌دهد (Moghim et al., 2005). این گونه با توجه به چرخه تولیدمثلی کوتاه خود نسبت به فیل‌ماهی و نیز مرغوبیت تخمک آن، کاندید مناسبی برای پرورش به‌منظور تولید خاویار است (Moghim et al., 2005).متأسفانه عدم تکثیر طبیعی این گونه در طول دهه‌های گذشته به‌علت تخریب رودخانه‌ها، باعث افزایش مرگ‌ومیر لاروها در مراحل اولیه تکامل، به‌علت حساسیت آنها به استرس‌های محیطی و انواع بیماری‌ها شده است (FAO, 2009).

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر مواد شیمیایی از روش‌های مرسوم برای مقابله با بیماری‌های باکتریایی در بخش آبزی‌پروریاست. با این‌حال ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در هر دو بخشآبزی‌پروری و دام، محققان را وادار به یافتن روش‌های جایگزین برای مبارزه و کنترل بیماری‌ها کرده است (De Schryver et., 2009). جایگزین‌های مختلفی برای آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی شده است که می‌توان به پری‌بیوتیک‌ها اشاره کرد که به‌وسیله میکروارگانیسم‌های خاصی در روده تخمیر شده و اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (Short chain fatty acids) را تولید می‌کنند.تأثیرات مثبت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره یا اسیدهای آلی بر روی شاخص‌های رشد، سیستم ایمنی، بهبود شاخص‌های سلامتی روده و قابلیت هضم مواد مغذی در انسان و سایر جانداران در مطالعات مختلف ثابت شده است (Scheppach, 1994; Topping and Clifton, 2001; Mussatto and Mancilha, 2007). در بین اسیدهای چرب کوتاه زنجیره اسید بوتیریک به‌عنوان یک اسید آلی اهمیت زیادی دارد و ۷۰ درصد انرژی مورد نیاز سلول‌های دیواره روده را تأمین می‌کند (Roediger, 1980). همچنین این اسید آلی و نمک‌های آن بر روی شاخص‌های رشد و سیستم ایمنی (Piva et al., 2002; Guilloteau et al., 2009)، مورفولوژی روده (Hu and Guo, 2007) در جانداران تأثیرات مثبت می‌گذارد.

پلی بتا هیدروکسی بوتیرات (Poly-β-hydroxybutyrate) یک پلی‌مر طبیعی است که طیف وسیعی از باکتری‌ها در شرایط خاص (افزایش کربن محیط و کاهش نیتروژن) قادر به سنتز آن می‌باشند (Bonartseva et al., 2002). تجزیه این ماده به‌وسیله آنزیم‌های گوارشی و به‌ویژه فعالیت میکروبی در روده، باعث آزاد شدن بتا بوتیریک اسید می‌شود که دارای خواص مشابه آنچه برای

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدهای چرب کوتاه زنجیره توضیح داده شد،است (Defoirdt et al., 2009).افزایش میزان زنده‌مانی در آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia frnciscana*) در مواجهه با باکتری (*Vibrio harveyi*) (Defoirdt and Halet, 2007; Van Cam et al., 2009)، افزایش شاخص‌های رشد و همچنین تغییر فلور میکروبی روده در بچه ماهیان سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*)، لارو میگوی آب شیرین(*Macrobrachium rosenbergii*) و بچه ماهیان تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در مطالعات مختلف گزارش شده است (De Schryver et al., 2009;Nhan et al., 2010; Najdegerami et al., 2011).

با توجه به مطالب بالا و همچنین برای افزایش دانش دربارهٔ کاربرد PHB در آبزی‌پروری، طرحی با هدف بررسی تأثیرات استفاده از ناپلی آرتمیای غنی‌شده با PHBبر روی رشد، زنده‌مانی، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و فلور میکروبی روده در تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی انجام گرفت.

مواد روش‌ها

تعداد ۲٤۰۰ لاروتاس‌ماهیایرانی(Persian sturgeon) ازمؤسسه بین‌المللی تحقیقات تاس‌ماهیان دریای خزر برای انجاماینطرحبهپژوهشکدهمطالعاتدریاچهارومیه، دانشگاه ارومیهمنتقلشدند. لاروهاپسازطی مرحلهخوابوشنای فعال،درحوضچه‌های فایبرگلاس ۸ لیتری باتراکم ۲۷لارودرلیتردر ٤ تیمارغذایی با ۳ تکرارذخیره‌سازی شدند.هرکدامازحوضچه‌های پلاستیکی با یکلولهمستقلجریانآبافاکتورهای فیزیکوشیمیایی مناسبدرجهحرارتآب (۱٦درجهسانتی‌گراد)،اکسیژنمحلول (۷ میلی‌گرمدرلیتر) وpH (۷/٦) تغذیهشدند. رژیمنوری مورداستفادهدراینطرح ۱۲ ساعتروشنایی و ۱۲ ساعتتاریکی بود. لاروهابه‌مدت ۵ روزدراینحوضچه‌هاتاسازگاری کاملوشروعطرحبه‌مدت ۳ هفته،باناپلی آرتمیاتغذیهشدند.

دراینطرحلاروهای تاس‌ماهیایرانی باناپلی آرتمیافرانسیسکاناغنی‌شدهبا پلی بتا هیدروکسی بوتیرات (98% PHB, 2% poly-β-hydroxyvalerate, Goodfellow,Huntingdon, England)،٤ باردرشبانهروز (۲۰:۰۰، ۱٦:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۸:۰۰) درطولدورهطرحتحقیقاتی تغذیهشدند. ناپلی‌های آرتمیاپسهچشدنبراساسروش‌های رایج،شمارشوباتراکم ۲۰۰ هزارناپلی درلیتربهظروفشیشه‌ای مخروطی برای غنی‌سازیمنتقلشدند. میزانPHBمورداستفادهدرمحیطغنی سازیباتوجهبهنتایجتحقیقات (Najdegerami et al., 2013) وبررسی‌های مقدماتی، ۰/۱ ، ۰/۳ ، ۰/۵ و ۱

گرمدرلیترمحیطغنی سازیدرنظرگرفتهشدکهپسازشمارشناپلی‌ها اوانتقالآنهابهظروفشیشه‌ای،برای ۲۰ساعتناپلی‌هابااینمادهغنی سازیشدند.پسازاتمامدتزمانغنی سازیوجداسازی ناپلی‌ها،تغذیهلاروهای تاس‌ماهیایرانی براساستعداد ۳/۳ ناپلی درلیتردرمراحلاولیهوافزایشآنبه ۵ ناپلی درلیترباتوجهبهرشدلاروهاانجامگرفت.

بررسی شاخص‌های رشد

برای بررسی شاخص‌های رشد، هر ٤ روز یکبار تعداد ۲۰ عدد لارو از هر تکرار به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری می‌شد و پس از زیست‌سنجی نمونه‌ها، میزان ناپلی آرتمیا در ٤ روز بعدی محاسبه و وارد حوضچه می‌شد. میزان تلفات روزانه لاروها نیز با توجه به بررسی‌های روزانه ثبت می‌گردید. میزان متوسط وزن لاروها پس از ۳ هفته (Weight gain) و ضریب رشد ویژه (SGR) آنها با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه شد (Najdegerami et al., 2013) :

Weight gain = final weight (mg) – initial weight (mg)

www.SID.ir

Archive of SID

$$SGR = 100 \times (Ln\ final\ weight - Ln\ initial\ weight)/t$$

بررسی ترکیب بدنی

پس از ٣ هفته تغذیه با تیمارهای غذایی ترکیب بدنی لاروها با توجه به روش‌های استاندارد (AOAC, 1997) بررسی شد. با توجه به اندازه و تعداد ذخیره‌سازی آنها در حوضچه‌ها، امکان اندازه‌گیری نیتروژن در نتیجه محاسبه درصد پروتئین لاروها وجود نداشت. درصد چربی ترکیب بدنی لاروها با توجه به روش Folch و همکاران در سال ١٩٥٧ کهاز سوی Way and Hanahan در سال ١٩٦٤ اصلاح شده بود، انجام گرفت. پروفیلاسیدهای چربلاروها به‌وسیله گازکروماتوگرافی انجام شد و FAME (Fatty acid methyl ester) با استفاده از روش Lepage and Roy در سال ١٩٨٤ انجام گرفت.

اندازه‌گیری آنزیم‌های گوارشی

در انتهای دوره پرورشی و قطع غذادهی لاروها برای ٢٤ ساعت، تعداد ٣ لاروازهر تکرار، در کل ١٢ لاروازهر تیمار برای بررسی فعالیت آنزیم‌های گوارشی نمونه‌برداری شد. هر کدام از لاروها در یک بافر ٥٠ میلی مولار Tris-Hcl با نسبت ٩ به یک دستگاه هموژنایزر (Heidolph, Instruments Switzerland) هموژنایز شدند. با توجه به شرایط خاص آنزیم‌های گوارشی تمام مراحل تهیه محلول آنزیم‌های گوارشی از هموژنایز کردن تا سانتریفیوژ در دمای حرارت ٤ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. محلول هموژنایز شده با سرعت g ٢٠٠٠٠ برای ٢٠ دقیقه در ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و محلول بالایی پس از جمع‌آوری بهفریزر ٢٠- درجه سانتی‌گراد منتقل شد.

برای اندازه‌گیری توتال پروتئاز از روش Walter و همکاران در سال ١٩٨٤ ، پپسین از روش Zambonino and Cahu در سال ١٩٩٤، آنزیم آمیلاز از روش Metais and Bieth در سال ١٩٦٨، آنزیم لیپاز با روش Iijima در سال ١٩٩٤ و برای اندازه‌گیری آنزیم آلکالین فسفاتاز از روش Bessy و همکاران در سال ١٩٤٦ استفاده شد.

میزان پروتئین کل در هموژنات با استفاده از روش Bradford در سال ١٩٧٦ با استفاده از آلبومینگاوی به‌عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد. فعالیت ویژه این آنزیم‌ها براساس فعالیت آنزیم به ازای میلی‌گرم پروتئین بیان شد (U/mg protein).

بررسی فلور میکروبی روده

پس از اتمام آزمایش ٣ لارو از هر تکرار، در محلول ٢ میلی‌لیتر در لیتر 2-phenoxyethanol بیهوش و سپس کل سیستم گوارش خارج و پس از مخلوط کردن در دمای ٢٠- ، برای استخراج DNA نگهداری شد. استخراج DNA بر اساس روش Boon et al., 2003 انجام شد و PCR بر روی ژن 16S rRNA و با استفاده از پرایمر 338f و 518r انجام گرفت. همچنین DGGE با استفاده از یک دستگاه Bio-Rad و با گرادیانت ژل ٤٠ و ٦٠ و با ولتاژ ٣٨ و درجه حرارت ٦٠ درجه به مدت ١٦ ساعت انجام شد.

محاسبات آماری

داده های به‌دست‌آمده در این طرح پیش‌از انجام هر گونه آنالیز آماری از نظر همسانبودن واریانس‌ها ارزیابی شدند. سپس بر اساس روش‌های موجود، آنالیز واریانس یک طرفه در نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ١٧ (SPSS Inc., IL, USA) بر روی داده‌ها اجرا شد و تستدانکن (Duncan,s multiple range) برای تعیین معنادار بودن میانگین‌ها، در سطح اطمینان ٩٥ درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

تأثیرPHB بر شاخص‌های رشد

نتایج زیست‌سنجی لاروها در انتهای دوره پرورش نشان داد که استفاده از ناپلی غنی‌شده با PHB با غلظت‌های مورد استفاده،تأثیر منفی در رشد و میزان ضریب رشد ویژه لاروها دارد. چنانچه در جدول ۱ دیده می‌شود PHB میزان افزایش رشد لاروها و ضریب رشد ویژه آنها را در تیمارهای دوم تا چهارم به‌طورمعناداری ($p<۰/۰۵$)کاهش داده و پایین‌ترین میزان این شاخص‌ها در تیمار سوم مشاهده شد.

همچنین بررسی نتایج طرح نشان داد که استفاده از این ماده، باعث افزایش معنادار تلفات در تیمارهایی می‌شود که در آنها از ناپلی غنی‌شده از PHB استفاده شده بود (جدول ۱). پایین‌ترین میزان زنده‌مانی در تیمار سوم دیده شد که با تیمارهای اول و چهارم اختلاف معنادار داشت ($p<۰/۰۵$).

جدول ۱ تأثیر ناپلی غنی‌شده با غلظت‌های مختلف PHB بر روی شاخص‌های رشد در لارو نورس تاس‌ماهی ایرانی

	Control	۰/۱PHB	۰/۳ PHB	۱ PHB
افزایش وزن بدن	۱۱۵/٦± ۱۱/۱^{a}	۷۱/۱ ±۷/۳^{bc}	٦۲/۱ ± ٤/٦ ^{c}	۸۰/٤ ± ٦/۰ ^{b}
ضریب رشد ویژه	۰/۰۵۷± ۰/۰ ^{a}	۰/۰۳٤ ± ۰/۰^{bc}	۰/۰۲٤ ± ۰/۰^{c}	۰/۰٤ ± ۰/۰ ^{b}
درصد بازماندگی	۷۱/۵ ± ۲/۹^{a}	۵۹/۲ ± ۳/۲ ^{bc}	٤٦/۲ ± ۷/۵ ^{b}	٦۱/۸ ± ٦/۱^{a}

- داده ها در هر ردیف با حروف مختلف انگلیسی دارای اختلاف معنادار هستند ($p<۰/۰۵$).

تأثیرPHB بر روی ترکیب بدنی لاروها

یکی از اهداف طرح بررسی تأثیر این ماده بر ترکیب بدنی لاروها بوده که تأثیرات آن بر روی پروفیل اسیدهای چرب لاروها بررسی شد که نتایج آن در جدول ۲ دیده می‌شود. نتایج طرح نشان داد که PHBتأثیرمعناداری بر روی میزان اسیدهای چرب اشباع در بافت بدنی لارو تاس‌ماهی ایرانی دارد. میزان کل اسیدهای چرب اشباع (Saturated fatty acid) در تیمارهای غذایی دارای اختلاف معنادار بود و نتایج نشان داد که تیمارهایی که از PHB استفاده کرده بودند، دارای مقادیر بالایی از این گروه اسیدهای چرب بودند که اختلاف معناداری با تیمار کنترل داشتند ($p<۰/۰۵$) و کمترین میزان آن در این تیمار کنترل مشاهده شد.

تأثیرات استفاده از PHB بر روی ترکیب اسیدهای چرب تک غیراشباع (Monounsaturated fatty acid) در بافت لاروهای تاس‌ماهی ایرانی بررسی شد و نتایج نشان داد که استفاده از این ماده می‌تواند ترکیب اسیدهای چرب تک غیراشباع را در لاروها تغییر دهد. بالاترین مقادیر کل اسیدهای چرب تک غیراشباع در تیمارهای اول و چهارم مشاهده شد که دارای اختلاف معنادار با تیمارهای دوم و سوم بودند ($p<۰/۰۵$) و کمترین میزان کل این اسیدهای چرب در تیمار سوم مشاهده شد. بالاترین مقادیر اسید لینولئیک C18:2n6 در بین تیمارهای غذایی، در تیمار سوم دیده شد که با تیمار چهارم اختلاف معنادار داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین بالاترین میزان اسید چرب آراشیدونیک اسیدC20:4n6در بین تیمارهای غذایی تغذیه شده با PHB دیده شد. PHB میزان کل اسیدهای چرب n6 را در تیمار سوم افزایش داد که با تیمار دوم اختلاف معنادارنداشت($p>۰/۰۵$).همچنین نتایج طرح نشان داد که لاروهای تغذیه شده با مقادیر مختلف PHB در محیط

www.SID.ir

Archive of SID

غنی‌سازی، دارای میزان پایینی از اسید چرب لینولنیک اسید C18:3n3 هستند و کمترین مقدار آن در تیمار سوم مشاهده شد که با تیمارهای اول و چهارم دارای اختلاف معنادار بود (p<۰/۰۵). در مورد اسیدهای چرب EPA ، DHA و همچنین میزان کل اسیدهای چرب n3 اختلاف معنادار بین تیمارهای غذایی مشاهده نشد، ولی استفاده از PHBبه‌طورمعناداری نسبت n3/n6 را در تیمارهای غذایی کاهش داد و کمترین میزان این نسبت در تیمار سوم مشاهده شد.

جدول ۲ پروفیل اسیدهای چرب لارو تاس‌ماهی ایرانی در تیمارهای مختلف غذایی پس از دوره پرورش (میلی‌گرم اسیدچرب در گرم چربی)

	Control	۰/۱PHB	۰/۳ PHB	۱ PHB
Total saturated	۱٦/۹± ۰/۸^{b}	۳۳/۳ ± /۸^{a}	۲٦/۹ ± ٦/۲ ^{a}	۳۰/٤ ± ۲ ^{a}
Total monounsaturated	۳۰/۷ ± ۰/۱ ^{a}	۲۵/۱ ± ۰/٤ ^{b}	۲۰/۹ ± ٤/۱ ^{b}	۳۲/۱ ± ۳/۲ ^{a}
C18 :2n6	٤/٤ ± ۰/٤ ^{ab}	٤/۷ ± ۰/٦^{ab}	٦/۲ ± ۱/٦ ^{a}	٤/۱ ± ۰/۸ ^{b}
C20 :4n6	۲/۵ ± ۰/٤^{b}	۳/٦ ± ۰/۳ ^{a}	۳/۸ ± ۰/۲ ^{a}	۳/۰ ± ۰/٦ ^{ab}
Total n6	۷/۲ ± ۰/۲^{c}	۸/٤ ± ۰/۳ ^{b}	۹/٦ ± ۰/٦ ^{a}	۷/۵ ± ۱/٤ ^{c}
C18 :3n3	۱۰/۷ ± ۰/۸^{a}	۷/٤ ± ۰/۱ ^{bc}	٦/۵ ± ۱/۳ ^{c}	۹/۰ ± ۱/۸ ^{ab}
C20 :5n3 (EPA)	٤/۱± ۰/۰	٤/٤ ± ۰/٦	٤/۰ ± ۰/۱	۳/۸ ± ۰/٦
C22 :6n3 (DHA)	۷/۸ ± ۱/۲	۱۰/٤ ± ۰/۵	۱۰/۰ ± ۱/۵	۸/۵ ± ۱/۷
Total n3	۲٤ ± ۰/٤	۲۳/۳ ± ۰/۸	۲۰/۵ ± ٤/۲	۲۲/۵ ± ۱/۱
n3 / n6	۳/۳ ± ۰/۱ ^{a}	۲/۷ ± ۰/۰ ^{a}	۲/۱± ۰/۵ ^{b}	۳/۰ ± ۰/۱^{a}

- داده‌ها در هر ردیف با حروف مختلف انگلیسی دارای اختلاف معنادار هستند (p<۰/۰۵).

تأثیرPHB بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی

تأثیرات استفاده از ناپلی غنی‌شده با غلظت‌های مختلف PHB در محیط غنی‌سازی بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی در لارو تازه هچ شده تاس‌ماهی ایرانی بررسی شد و نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. چنانچه در این جدول مشاهده می‌شود،تأثیرPHB بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی معنادار بوده و این ماده فعالیت این آنزیم‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. بالاترین و پایین‌ترین میزان فعالیت توتال پروتئاز در بین تیمارهای غذایی به‌ترتیب در تیمار کنترل و تیمار سوم مشاهده شد که دارای اختلاف معنادار با یکدیگر بودند (p>۰/۰۵). اختلاف معنادار در بین تیمارهای غذایی در مورد فعالیت آنزیم پپسین مشاهده نشد و PHB فعالیت این آنزیم را در لارو تاس‌ماهی ایرانی تغییر نداد (p>۰/۰۵). بالاترین میزان فعالیت ویژه آنزیم آمیلاز در تیمار کنترل مشاهده شد که با تیمار سوم و چهارم دارای اختلاف معنادار نبود. پایین‌ترین میزان فعالیت این آنزیم در تیمار دوم مشاهده شد که با تیمارهای کنترل و چهارم دارای اختلاف معنادار بود (p<۰/۰۵).

بالاترین میزان فعالیت آنزیم لیپاز در تیمارهای کنترل و چهارم مشاهده شد که با تیمار سوم، که دارای کمترین میزان فعالیت این آنزیم بود، دارای اختلاف معنادار بودند

www.SID.ir

Archive of SID

(p<۰/۰۵). آنزیم آلکالین فسفاتاز یکی از آنزیم‌هایی است که به‌وسیله سلول‌های جداره روده و برخی از بافت‌ها ترشح می‌شود. نتایج این طرح نشان داد که ترشح این آنزیم تحت تأثیر استفاده از ناپلی غنی‌شده با PHB قرار گرفته و میزان ترشح آن در تیمارهای سوم و چهارم کمتر از تیمار کنترل بوده و اختلاف معنادار بین آنها و کنترل دیده می‌شود (p<۰/۰۵).

جدول ۳ فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی لارو تاس‌ماهی ایرانی بعد از تغذیه با تیمارهای غذایی

	Control	۰/۱PHB	۰/۳ PHB	۱ PHB
پروتئاز کل	۸/۸ ± ۱/۷^{a}	٦/۱ ± ۰/۵^{b}	٦/۲ ± ۱/۷ ^{b}	۸/۰ ± ۰/۷ ^{ab}
پپسین	۸/۰ ± ۲/۵	٤/۹ ± ۲/٦	٦/٤ ± ۱/۳	۷/۷ ± ۳/۸
آمیلاز	۳/۳ ± ۰/۷ ^{a}	۱/۸ ± ۰/۳ ^{b}	۲/٤ ±۰/۳^{ab}	۳/۱ ± ۰/٤^{a}
لیپاز	۰/۱۳ ± ۰/۰۳ ^{a}	۰/۰۸ ±۰/۰۱^{ab}	۰/۰۵ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۱۱ ± ۰/۰٤^{a}
آلکالین فسفاتاز	۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۰^{a}	۰/۰۰۰٦۳ ± ۰/۰۰^{ab}	۰/۰۰۰۳۷ ± ۰/۰۰^{b}	۰/۰۰۰٤۳ ± ۰/۰۰^{b}

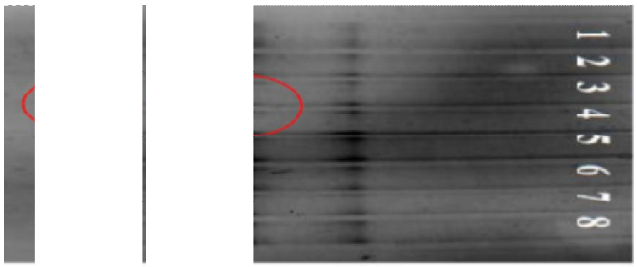
• فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی بر اساس: توتال پروتئاز و پپسین بر اساس mmol of tyrosine released / min/ mg protein، آمیلاز / mg starch hydrolyzed min /mg protein، لیپاز mmole of substrate hydrolyzed / minute / mg protein، آلکالین فسفاتاز mmol substrate released / min / mg protein at 37° C، داده‌ها بر اساس average ± SEM گزارش شدند و داده‌هایی با حروف مختلف در هر ردیف دارای اختلاف معنادار در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشند.

تأثیرPHB بر روی فلور میکروبی روده

تأثیرات استفاده از PHB در تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی بر روی فلور باکتریایی انتهای روده از نظر مولکولی (PCR-DGGE) بررسی شد و نتایج طرح نشان داد که از نظر میزان تنوع میکروبی تغییر خاصی در باکتری‌های انتهای روده دیده نمی‌شود، بنابراین محاسبه میزان غنای میکروبی (Rang weighted richness) و همچنین اختلافات آنها با توجه به نتایج PCR-DGGE امکان‌پذیر نیست. چنانچه در شکل ۱ دیده می‌شود Laneهای ۱و ۲ تیمار دوم (۰/۱ گرم PHB)، Laneهای ۳و ٤ تیمار سوم (۰/۳ گرم PHB)، Laneهای ۵ و ٦ تیمار چهارم (۱ گرم PHB)و Laneهای ۷و ۸ تیمار کنترل هستند که با توجه به الگوی باندهای این تصویر، تعدادی از باندها در تیمار سوم در مقایسه با سایر تیمارها دارای غالبیت کمتری هستند که به‌نظر می‌رسد استفاده از PHB در این سطح باعث کاهش تراکم باکتری‌های مورد نظر شده است (باندهای مورد نظر با دایره‌های قرمز در شکل مشخص شدند). نکته جالب در این بحث در این است که کمترین رشد و بقا در این تیمار دیده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ الگوی باند DGGE بر پایه تکثیر ناحیه 16S در DNA باکتری‌های انتهای روده در لارو تاس‌ماهی ایرانی که با تیمارهای مختلف PHB تغذیه شده بودند.

بحث

نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با استفاده از PHB در تغذیه مرحله لاروی آبزیان متناقض است. استفاده از ناپلی غنی‌شده با PHB (٦ گرم در لیتر محیط غنی‌سازی) باعث افزایش معنادارشاخص‌های رشد در لارو میگوی آب شیرین شد (Nahn et al., 2010). در حالی‌که نتایج مطالعات Najdegerami و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی لارو تاس‌ماهی سیبری نشان داد که استفاده ازPHB (٦ گرم در لیتر محیط غنی‌سازی)، میزان رشد این لاروها را به‌طورمعناداری کاهش می‌دهد. در مطالعه حاضر و ادامه مطالعه قبلی (Najdegerami et al., 2013)، میزان PHB در محیط غنی‌سازی به کمتر از ۱۰ درصد مطالعه قبلی کاهش داده شد و با این‌حال میزان شاخص‌های رشد در لارو تاس‌ماهی ایرانی به‌طورمعناداری کاهش یافت. دلیل تأثیر منفی PHB بر روی لاروهای تاس‌ماهی سیبری و ایرانی دقیقا مشخص نیست. به‌نظر می‌رسد میزان PHB حتی در مقادیر پایین (۰/۱ و ۰/۳ گرم در لیتر) برای تغذیه لاروها در این مرحله از تغذیه مناسب نبوده و فلور میکروبی روده و آنزیم‌های گوارشی آنها در این مرحله قادر به تجزیه این ماده و تبدیل آن به بتا بوتیریک اسید نمی‌باشند.

فلور میکروبی روده و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (بوتیرات، استات و پروبیونات)، نقش اساسی در متابولیسم چربی‌ها در سیستم گوارشی روده بازی می‌کنند (Delzenne and Williams, 2002; Delzenne et al., 2008). افزایش غلظت هر کدام از اسیدهای چرب کوتاه زنجیره دارای عملکرد خاص خود است. برای مثال افزایش اسید آلی (اسید چرب کوتاه زنجیره) پروپیونات در روده، میزان فعالیت آنزیم‌های لیپوژنیک مانند استیل کوآنزیم کربوکسیلاز، ATP citrate Lyse و Fatty acid synthase را کاهش می‌دهد در حالی‌که افزایش میزان اسید آلی استات در روده، مسیر Cholesterogenesis و Lipogenesis را فعال می‌کند (Delzenne and Kok, 1999; Delzenne and Williams, 2002). همچنین اسید آلی استات در سنتز اسیدهای چرب بلند زنجیره و بتا هیدروکسی بوتیرات به‌کار می‌رود (Reilly and Rombeau, 1993). نتایج آزمایش‌های مربوط به تأثیرPHB بر روی پروفیل اسیدهای چرب در لارو تاس‌ماهی سیبری و تاس‌ماهی ایرانی به‌وسیله Najdegerami و همکاران در سال ۲۰۱۳ و این آزمایش متناقض بود. استفاده ازPHB در لارو تاس‌ماهی سیبری باعث کاهش معنادار اسیدهای چرب اشباع، تک غیراشباع، اسیدهای چرب n6، n3، DHA و EPA نسبت به تیمار کنترل می‌شود. برخلاف نتایج به‌دست آمده در تاس‌ماهی سیبری،استفاده از مقادیر پایین PHB در تاس‌ماهی ایرانی، باعث تغییر پروفیل اسیدهای چرب، برعکس آنچه

www.SID.ir

Archive of SID

در تاس‌ماهی سیبری به‌دست آمد، می‌شود؛ یعنی PHB باعث افزایش معنادار پروفیل اسیدهای چرب ذکر شده در بالا می‌شود. به‌نظر می‌رسد مکانیسم اثر اسیدهای چرب کوتاه زنجیره و اثر آنها، با توجه به غلظت متفاوت PHB در دو آزمایش و همچنین محتوای فلور میکروبی آنها، از جمله عوامل تأثیرگذار در تغییر پروفیل اسیدهای چرب در دو گونه تاس‌ماهی سیبری و ایرانی بوده است.ولی برای اظهارنظر و نتیجه‌گیری دقیق، استفاده از PHB نشاندار (C14) می‌تواند در ردیابی مسیر متابولیسمی این ماده در آبزیان کمک زیادی کند.

فعالیت آنزیم‌های گوارشی به‌عنوان یک شاخص گوارشی و وضعیت تغذیه‌ای در لارو ماهیان مطرح است (Ueberschar, 1988) و هر گونه دستکاری در جیره ماهیان باعث تغییرات فوری در فعالیت آنزیم‌های گوارشی موجود می‌شود (Mohapatra et al., 2001). تأثیرات مثبت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی در مطالعات مختلف ثابت شده است (Dibner and Buttin, 2002; Guilloteau et al., 2010). در میان آنزیم‌های گوارشی، بررسی فعالیت آنزیم‌های پانکراس (آمیلاز، لیپاز و تریپسین) به‌طور عمومی به‌عنوان یک شاخص عملکرد و تکامل سیستم گوارشی مطرح بوده است (Shan et al., 2008). در بررسی تأثیرPHB بر روی فعالیت آنزیم‌های گوارشی در لارو تاس‌ماهی سیبری نتایج نشان داد که استفاده از PHB به میزان ٦ گرم در لیتر به‌ترتیب باعث افزایش و کاهش معنادار پپسین و آمیلاز می‌شود، ولی بر روی سایر آنزیم‌های گوارشی (توتال پروتئاز، تریپسین، لیپاز ، آلکالین فسفاتاز و آمینوپپتیداز) تأثیرمعنادار نمی‌گذارد. در این آزمایش نتایج نشان داد که استفاده از PHBبه‌ویژه به میزان 0.3 گرم در لیتر، فعالیت آنزیم‌های گوارشی توتال پروتئاز، آمیلاز، لیپاز و آلکالین پروتئاز را به‌طورمعناداری کاهش می‌دهد. تأثیر منفی PHB بر روی آنزیم‌های گوارشی دقیقاً معلوم نیست. به‌نظر می‌رسد کاهش آنزیم‌های گوارشی به‌ویژه توتال پروتئاز می‌تواند به‌دلیل کاهش دریافت مواد مغذی (ناپلی‌ها) از نظر وزنی نسبت به تیمار کنترل باشد. نتایج متفاوت تأثیر این ماده در تاس‌ماهی سیبری و تاس‌ماهی ایرانی بر روی آنزیم‌های گوارشی با تفاوت غلظت این ماده در محیط غنی‌سازی در دو آزمایش یاد شده قابل تفسیر است.

به‌طور کلی PHB از طریق تقویت باکتری‌هایی که می‌توانند این ماده را تجزیه کنند، باعث تغییر فلور میکروبی روده ماهی می‌شود. تجزیه این ماده در روده باعث تولید بتا هیدروکسی بوتیریک اسید می‌شود که به‌عنوان سوبسترا مورد استفاده باکتری‌های خاصی قرار می‌گیرد که در ترکیب فلور میکروبی روده تغییراتی ایجاد می‌کند (Defroidt et al., 2009). این مسئله نشان می‌دهد که تغییر در فلور میکروبی روده نتیجه تجزیه PHB است (De Schryver et al., 2009). در رابطه با این مسئله Najdegerami و همکاران در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ از PHB به‌عنوان یک عامل کنترل میکروبی در پرورش لارو و بچه ماهی تاس‌ماهی سیبری استفاده کردند. نتایج طرح نشان داد که استفاده از این ماده در غلظت ۲ درصد در جیره غذایی بچه ماهیان، علاوه بر تقویت رشد نسبت به سایر تیمارها، باعث تقویت برخی از باکتری‌ها می‌شود که آنالیزهای مولکولی نشان داد که این باکتری‌ها از گونه‌های *Ruminococcaceae* SP. و *Bacillus* sp. می‌باشند. لازم به ذکر است که در برخی از مطالعات خاصیت پروبیوتیکی این گونه‌ها گزارش شده است (Saki et al., 1995; Rengpipt et al., 1998). همچنین در ادامه، نتایج تحقیقات آنها نشان داد که استفاده از این ماده در لارو تاس‌ماهی سیبری به میزان ٦ گرم در لیتر محیط غنی‌سازی، باعث

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش تراکم گونه‌های خاصی از باکتری‌ها می‌شود. کمترین میزان افزایش رشد پس از یک ماه در همین تیمار PHB مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد کاهش تراکم این گونه از باکتری‌ها در روده لارو تاس‌ماهی سیبری، یکی از عوامل تأثیرگذار در این مسئله باشد. نتیجه تأثیرPHB بر روی فلور میکروبی روده تاس‌ماهی ایرانی در این تحقیق مشابه نتایج به‌دست آمده در تحقیقات Najdegerami و همکاران در سال ۲۰۱۳ است. چنانچه در تصویر PCR-DGGE فلور میکروبی روده در بخش نتایج مشاهده می‌شود، تراکم تعدادی از باکتری‌ها در روده لاروها در تیمار سوم (۰/۳ گرم در لیتر PHB در محیط غنی‌سازی)، که دارای کمترین میزان رشد بودند، کاهش پیدا کرده است که این عامل می‌تواند از عوامل کاهش رشد در لاروها در این تیمار باشد. شناسایی این باکتری‌ها و بررسی عملکرد آنها در لاروها، می‌تواند از تحقیقاتی باشد که باید در آینده برای تکمیل این پروژه انجام گیرد.

با توجه به تحقیق انجام شده و همچنین سایر نتایج، در رابطه با استفاده از PHB در تغذیه لارو ماهیان می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این ماده با مقادیر آزمایش شده در این مرحله تکاملی،تأثیر منفی بر روی فعالیت‌های تغذیه‌ای و آنزیمی لاروها می‌گذارد. بررسی‌های بیشتر برای علل دقیق این تأثیرات می‌تواند از اهداف آینده تحقیقات در این زمینه باشد.

منابع

Bessey, O.A. Lowry, O.H.and Brock, M.J. 1946. Rapid coloric method for determination of alkaline phosphatase in five cubic millimeters of serum.*Journal of Biological Chemistry.* 164, 321–329.

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.

De Schryver, P. Sinha, A. Kunwar, P. Baruah, K. Verstraete, W. Boon, N. De Boeck, G. and Bossier, P. 2009. Poly-β-hydroxybutyrate (PHB) increases growth performance and intestinal bacterial range-weighted richness in juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Applied Microbiology and Biotechnology,* **86**, 1535-1541.

Defoirdt, T. Halet, D. Vervaeren, H. Boon, N. Van de Wiele, T. Sorgeloos, P. Bossier, P.and Verstraete, W. 2007. The bacterial storage compound poly-β-hydroxybutyrate protects *Artemia franciscana* from pathogenic *Vibrio campbellii*. *Environmental Microbiology,* **9**, 445-452.

Defoirdt, T. Boon, N. Sorgeloos, P. Verstraete, W.and Bossier, P. 2009. Short-chain fatty acids and poly- β -hydroxyalkanoates: (New) Biocontrol agents for a sustainable animal production. *Biotechnology Advances,* 27, 680-685.

Delzenne, N.and Kok, N. 1999. Biochemical basis of oligofructose-induced hypolipidemia in animal models.*Journal of Nutrition,* 129, 1467S-1470S.

Delzenne, N.and Williams, C. 2002. Prebiotics and lipid metabolism.*Current Opinion in Lipidology,* 13, 61-67.

Delzenne, N. Cani, P.and Neyrinck, A. 2008. Prebiotics and lipid metabolism. CRC press, ISBN: 978-0-8493-8182-9, Pp 218.

Dibner, J.and Buttin, P. 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism.*Journal of Applied Poultry Research,* 11, 453-463.

FAO, 2009. The state of world fisheries and aquaculture 2008.FAO fishery and aquaculture department.Rome, Italy p. 18.

Folch, J. Lees, M.and Sloane-Stanley, G. 1957.A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.*Journal of Biological Chemistry,* 226, 497-509

Gisbert, E.and Williot, P. 2002. Advances in the larval rearing of Siberian sturgeon.*Journal of Fish Biology,* **60**, 1071-1092.

Guilloteau, P. Zabielski, R. David, J. Blum, J. Morisset, J. Biernat, M. Wolinski, J. Laubitz, D.and Hamon, Y. 2009. Sodium-butyrate as a growth promoter in milk replacer formula for young

www.SID.ir

Archive of SID

nauplii enriched with poly-b-hydroxybutyrate (PHB): effect on growth performance, body composition, digestive enzymes, gut microbial community, gut histology and stress tests, *Aquaculture Research*, 1-12

Nhan, D. Wille, M. De Schryver, P. Defoirdt, T. Bossier, P. andSorgeloos, P. 2010. The effect of poly β-hydroxybutyrate on larviculture of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii)*.*Aquaculture,* 302, 76-81.

Piva, A. Prandini, A. Fiorentini, L. Morlacchini, M. Galvano, F,and Luchansky, J. 2002. Tributyrin and lactitol synergistically enhanced the trophic status of the intestinal mucosa and reduced histamine levels in the gut of nursery pigs. *Journal of Animal Science,* **80**, 670-680.

Rengpipat, S. Phianphak, W. Piyatiratitivorakul, S. andMenasveta, P. 1998. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp (*Penaeus monodon)* survival and growth. *Aquaculture,* 167, 301-313.

Reilly, J.K.andRombeau, J.L. 1993.Metabolism and potential clinical applications of short-chain fatty acids.*Clinical Nutrition,* 12, 97-105.

Roediger, W. 1980. Role of anaerobic bacteria in the metabolic welfare of the colonic mucosa in man.*Gut,* 21, 793-798.

Sakai, M. Yoshida, T. Astuta, S.andKobayashi, M. 1995.Enhancement of resistance to vibriosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum*)* by oral administration of *Clostridium butyricum* bacteria.*Journal of Fish Diseases,* **18**, 187-190.

Scheppach, W. 1994. Effects of short chain fatty acids on gut morphology and function. *Gut,* **35**, S35-S38.

Shan, X. Xiao, Z. Huang, W.and Dou, S. 2008. Effects of photoperiod on growth, mortality and digestive enzymes in miiuy croaker larvae and juveniles.*Aquaculture,* 281, 70-76.

Topping, D.and Clifton, P. 2001. Short-chain fatty acids and human colonic function: Roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews,* 81, 1031-1064.

Ueberschar, B. 1988. Determination of the nutritional condition of individual marine fish larvae by analyzing their proteolytic enzyme activities with a highly sensitive fluorescence technique.*Meeresforschung-Reports on Marine Research,* 32, 144-154.

calves.*Journal of Dairy Science,* 92, 1038-1049.

Guilloteau, P. Martin, L. Eeckhaut, V. Ducatelle, R. Zabielski, R.and Van Immerseel, F. 2010. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. *Nutrition Research Reviews,* 23, 366-384.

Hu, Z.and Guo, Y. 2007. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive functions and gut flora in chickens.*Animal Feed Science and Technology,* 132, 240-249.

Iijima, N. Tanaka, S.and Ota, Y. 1998. Purification and characterization of bile salt-activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream (*Pagrus major)*. *Fish Physiology and Biochemistry,* 18, 59-69.

Lepage, G.and Roy, C.C. 1984. Improved recovery of fatty acids through direct transesterification without prior extraction or purification.*Journal of Lipid Research,* 25, 1391-1396.

Métais, P.and Bieth, J. 1968. Détermination de l'amylase par une microtechnique. *Annales de Biologie Clinique,* 26, 133–142.

Mohapatra, S. Chakraborty, T. Prusty, A. Paniprasad, K.andMohanta, K. 2011. Use of different microbial probiotics in the diet of rohu (*Labeo rohita)* fingerlings: effects on growth, nutrient digestibility and retention, digestive enzyme activities and intestinal microflora. *Aquaculture Nutrition*. 18**,** 1-11.

Moghim, M. Fazli, H. andKhoshbavar, H. 2005. Sturgeon fingerlings by catch in fishing company in Mzandaran province. Iranian journal of fishery science, Vol. 1, Pp 183-190, Abstract in english

Mussatto, S.and Mancilha, I. 2007. Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydrate Polymers,* 68, 587-597.

Najdegerami, E. Ngoc Tran, T. Defoirdt, T. Marzorati, M. Sorgeloos, P. Boon, N.and Bossier, P. 2011. Effects of Poly-β-hydroxybutyrate (PHB) on Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Fingerlings Performance and its GI tract Microbial Community. *Microbiology ecology*, 79, 25-33

Najdegerami, E.H. Baruah, K. Shiri, A. Rekecki, A. Van den Broeck, W. Sorgeloos, P. Boon N. Bossier, P.andDe Schryver, P. 2013. Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) larvae fed Artemia

www.SID.ir

Archive of SID

Van Cam, D.T. Hao, N.V. Dierckens, K. Defoirdt, T. Boon, N. Sorgeloos, P.andBossier, P. 2009. Novel approach of using homoserine lactone degrading and poly-β-hydroxybutyrate accumulating bacteria to protect Artemia from the pathogenic effects of *Vibrio harveyi*. *Aquaculture,* 291, 23–30.

Ways, P. andHanahan, D. 1964. Characterizations and quantification of red cell lipids in normal man.*Journal of Lipid Research,* 5, 318-328.

Zambonino,J.L.andCahu, C.L. 1994. Influence of diet on pepsin and some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology,* **109**, 209-212.

www.SID.ir

Archive of SID

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 4, No. 2, Summer 2015

Effect of poly-β-hydroxybutyrate on growth performance, body composition, digestive enzymes activity, gut microbial community of the hatchling Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)

Ebrahim H. Najdegerami[1*], Ashkan Jafari[2], Farideh Bakhshi[3], Ramin Manaffar[4], Rezvanollah Kazemi[5], Mohammad A. Yazdani[5]

1- Assistant Prof., Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran.

2- MSc. Student, Department of Fisheries, Faculty of Fisheries, EgeUniversity, Izmir, Turkey

3- Ph.D Student, Department of Fisheries, Urmia Lake Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran

4- Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, UrmiaUniversity, Urmia, Iran.

5- Assistant Prof., International sturgeon Research Institute, Rasht, Iran

*Corresponding author: e.gerami@urmia.ac.ir

Abstract

Effects of feeding *Artemia*nauplii enriched with PHB (0, 0.1, 0.3 and 1 g/L concentration) on the growth performance, body composition, digestive enzyme activity and hindgut bacterial community in the Persian sturgeon hatchlings were investigated. PHB treatment significantly ($p \leq 0.05$) decreased growth performances of the hatchlings. The PHB also significantly increased the total saturated fatty acids (SFA) and n6, but decreased the total MUFAs, C18:3n3, n3 and n3/n6. PHB also altered digestive enzyme by significantly decreasing the total protease, amylase, and lipase. Based on molecular analysis, PHB changed the microbial community in the hindgut of the hatchlings where less dominant bands were observed. Our results show that PHB has negative effects on the Persian sturgeon hatchlings. Further studies are needed to find out the optimal concentration of PHB to apply in early larval rearing of sturgeon.

Keywords: Poly-β-hydroxybutyrate, Sturgeon, Microbial community, Digestive enzymes, Lipid metabolism

www.SID.ir