تغــذیه آبزیــان
سال دوم، شماره اول،
بهار و تابستان ۱۳۹۵

انتوژنی آنزیم آلفا آمیلاز در طی مراحل اولیه تکوین ماهی سیم معمولی (*Abramis brama*)

محمدرضا صحرائیان[۱]، سهیل ایگدری[۱*]، آرش زیبایی[۲]، غلامرضا رفیعی[۱]، احمد قناعت پرست[۳]، صمد درویشی[۳]
۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۲- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان
۳- مرکز پرورش و بازسازی ذخایر ماهیان شهید انصاری، رشت، گیلان

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۲۸

چکیده
این تحقیق با هدف مطالعه الگوی رشد و تکوین آنزیم آلفا آمیلاز در لارو ماهی سیم معمولی (*Abramis brama*) از زمان تخم‌گشایی تا ۶۰ روز پس از آن در مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر شهید انصاری (گیلان، رشت) به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که در زمان تخم‌گشایی لاروها دارای وزن‌تر اولیه ۰/۰۳ ± ۰/۶۵ میلی‌گرم و طول کل ۰/۲۴ ± ۴/۶۶ میلی‌متر بودند. الگوی رشد در ماهی سیم معمولی درطی روند تکوین اولیه تا روز ۶۰ پس از تخم‌گشایی به صورت نمایی و با فرمول $y = ۵/۹۵۵۸e^{۰/۰۳۴۶x}$ و $R^2 = ۰/۹۷$ بود. نتایج همچنین نشان داد که آنزیم آلفا آمیلاز در زمان تخم‌گشایی وجود داشته و میزان فعالیت آن تا روز ۴ بعد از تفریخ ثابت بود. افزایش فعالیت آنزیمی در روز ۸ بعد از تخم‌گشایی مشاهده شدکه تا روز ۲۵ پس از تخم‌گشایی ادامه یافت. سپس در روز ۳۵ بعد از تخم‌گشایی کاهش معنی‌داری در روند فعالیت این آنزیم مشاهده شد، ولی فعالیت آنزیمی مجدداً تا انتهای دوره روند صعودی داشت. همچنین فعالیت آنزیمی با سن این ماهی همبستگی بالایی را نشان داد. نتایج همچنین نشان داد که روند توسعه آنزیمی آلفا آمیلاز در لارو ماهی سیم‌معمولی مشابه با گونه‌های همه چیزخوار و گیاه‌خوار بوده و براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که این ماهی می‌تواند از جیره حاوی منبع کربوهیدرات از روز ۱۲ بعد از تخم‌گشایی استفاده کند.

کلمات کلیدی: ماهی سیم معمولی، آنزیم آلفا آمیلاز، الگوی رشد، تغذیه

* نویسنده مسئول: soheil.eagderi@ut.ac.ir

مقدمه

ماهی سیم معمولی (*Abramis brama*)، متعلق به خانواده کپورماهیان، از گونه‌های بومی دریای خزر و حوضه آبریز آن است (Berge, 1948). این گونه از بنتوزهای درون بستر و هم‌چنین از پلانکتون‌ها و گیاهان تغذیه می‌کند. در ایران سالانه ۱۶/۳ الی ۲۷ میلیون قطعه بچه‌ماهی سیم‌معمولی طی سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۱ تکثیر و پرورش داده شده و برای بازسازی ذخایر آن در حوضه آبریز دریای خزر رهاسازی شده است (سال نامه شیلات ایران ۱۳۹۱). از آنجا که توجه به افزایش بازماندگی و بالا بردن کیفیت و کمیت بچه‌ماهیان یکی از نیازهای پیش روی تکثیر و پرورش این گونه در صنعت آبزی‌پروری ایران است، از این‌رو مطالعه روند تکوین آنزیمی دستگاه گوارش به‌منظور تعیین زمان و کیفیت تغذیه خارجی در دوران لاروی گونه‌های جدید یکی از عوامل موثر در بهینه‌سازی بیوتکنیک تکثیر و پرورش در مرحله لاروی خواهد بود (Rønnestad et al. 2013).

در دو دهه اخیر بررسی روند تکوین آنزیمی دستگاه گوارش در لارو ماهی‌ها برای پیش‌بینی استراتژی‌های مناسب تغذیه‌ای به منظور افزایش بازماندگی و بهینه‌سازی بیوتکنولوژی پرورش لاروماهیان به‌خصوص در مورد کاندیداهای جدید افزایش یافته است و این بررسی‌ها عمدتاً بر آنزیم‌هایی شامل آمیلاز، لیپاز، پپسین، تریپسین و کیموتریپسین استوار است که بر اساس روش‌هایی چون سنجش فعالیت آنزیمی و ایمنی‌شیمی‌بافتی انجام می‌شود (Walford and Lam, 1993; Oozeki and Bailey, 1995; Moyano et al. 1996; Baglole et al. 1998; Ribeiro et al. 1999; Galavizeal, 2011; Jimenez-Martinez et al. 2012; Suzer et al. 2012; He et al. 2012).

این مطالعات بیشتر بر روی ماهی‌های دریایی تمرکز داشته و مطالعات بر روی ماهیان آب‌شیرین و لب‌شور اندک است (Chakrabarti and Rathore, 2010; Babaei et al. 2011; Farhoudi, 2012; Asgari et al. 2013).

یکی از آنزیم‌های مهم در لارو ماهی‌های همه چیزخوار و گیاه‌خوار، آنزیم آلفا - آمیلاز است که آنزیمی کلیدی در هضم کربوهیدارت‌ها در دوران لاروی ماهی‌ها برای تامین انرژی محسوب می‌شود. البته باید تاکید داشت که به دلیل عدم وجود معده و ترشح آنزیم پپسین، این آنزیم در کنار دیگر آنزیم‌های لوزالمعدی (لیپاز، تریپسین، کیموتریپسین و غیره) اهمیت به‌سزایی دارد. همچنین در برخی از مطالعات مشخص شده که در تعدادی از ماهی‌های دریایی مانند sixfinger (*Polydactylus sexfilis*) تکوین آنزیم آمیلاز پیش از آنزیم‌های دیگر برای تامین انرژی فعال می‌شود (Kim and Brown, 2000). از این‌رو با توجه به عادت همه چیزخواری و گیاه‌خواری ماهی سیم‌معمولی، این تحقیق با هدف بررسی الگوی تکوین آنزیم آلفا - آمیلاز، یکی از مهمترین آنزیم‌های لوزالمعدی، در این گونه و همچنین برای ارائه زمان مناسب با هدف تغذیه با منابع کربوهیدارتی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۳ و در زمان تکثیر گونه سیم معمولی در مجتمع تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر شهید انصاری (گیلان، رشت) به اجرا درآمد. تکثیر مولدین به‌صورت مصنوعی با استفاده از هورمون غده هیپوفیز (حدود ۳ میلی گرم به ازای کیلوگرم) صورت پذیرفت. تزریق در دو نوبت برای مولدین ماده و یک نوبت در مولدین نر و در زیر باله سینه‌ای انجام شد. بعد از تخم‌گشایی و نگهداری کوتاه مدت لاروها در زوگ به درون سه تانک چهار تنی به عنوان تکرارهای آزمایش منتقل شدند. در طی دوران پرورش، تغذیه لاروها با استفاده از غذای زنده (روتیفر و ناپلیوس‌های دافنی) و غذای مصنوعی (شیر خشک و غذای تجاری SFK) در شش وعده در روز انجام شد (جدول ۱). به طور خلاصه تغذیه لاروها در روز دوم و همزمان با باز شدن دهان توسط روتیفر (۲۰-۱۰ در هر میلی لیتر آب) و شیر خشک بود. سپس از روز ۵ بعد از تخم گشایی ناپلیوس‌های دافنی (۴۰۰-۵۰۰ عدد به ازای هر لارو) اضافه شد. غذای مصنوعی نیز از روز ۹ بعد از تفریخ به صورت درصدی (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) با شیر خشک تعویض شد. میانگین دمای آب در طی دوره پرورش ۱ ± ۲۴/۷۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۸۵ ± ۵/۳۵ میلی‌گرم در لیتر و pH ۰/۲ ± ۷/۹۵ بود.

نمونه‌برداری به تعداد ۲۰۰-۵۰ عدد لارو (بسته به اندازه آنها) از زمان تخم‌گشایی تا روز بیستم بعد از آن به صورت دو روز یک‌بار و از روز ۲۱ تا ۴۰ روز پس از تخم‌گشایی با

فاصله زمانی ۵ روز انجام شد. دو نمونه‌برداری نهایی نیز در روزهای ۵۰ و ۶۰ روز پس از تخم‌گشایی انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت در ازت مایع تثبیت شدند. نمونه-برداری در اول صبح و قبل از شروع تغذیه لاروها انجام شد (He et al. 2012). به‌علاوه، برای بررسی روند رشد لاروها، تعداد ۳۰ عدد لارو بعد از توزین به صورت انفرادی توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم، از نیم‌رخ سمت چپ آنها با استفاده از دوربین دیجیتال (Cannon SD890) عکس‌برداری و طول کل آنها با استفاده از نرم‌افزار ImageJ از روی تصاویر اندازه‌گیری شد.

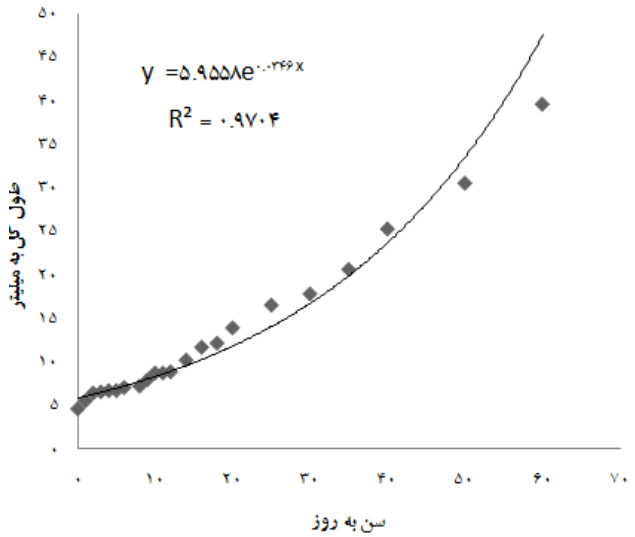
جدول ۱- آنالیز تقریبی غذای SFK مورد استفاده برای پرورش لارو ماهی سیم‌معمولی.

آنالیز جیره	میزان (٪)
رطوبت	۹
پروتئین خام	۳۹/۳۸
چربی خام	۱۳
خاکستر	۱۱/۴۲
فیبر خام	۱/۴۸
کربوهیدرات	۲۴/۱۵
انرژی خام (kcal/kg)	۴۴۸۹

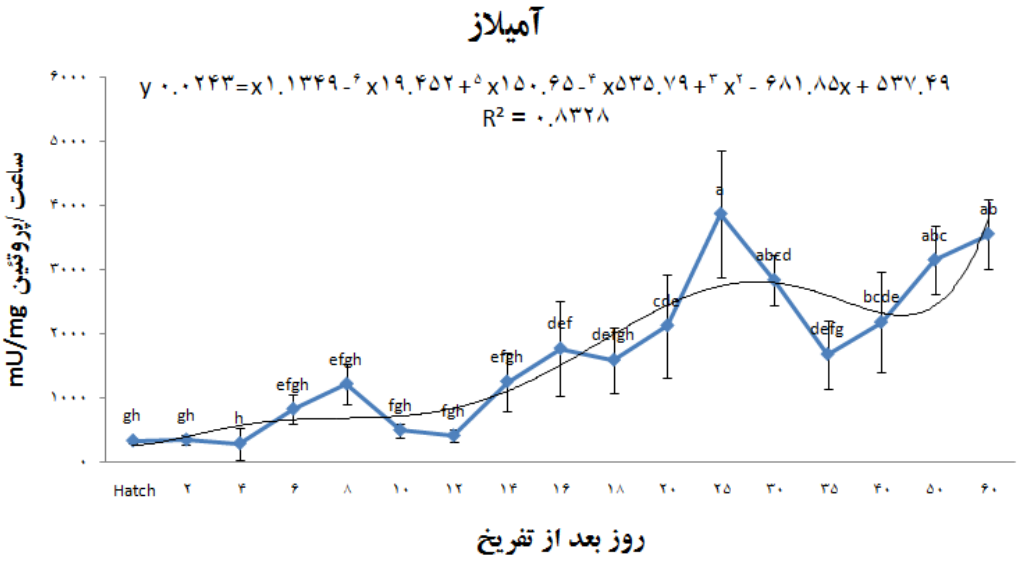
برای سنجش آنزیم، ابتدا نسبت‌های مساوی از نمونه هر روز نمونه‌برداری با دقت یک ده هزارم توزین شدند و سپس به نسبت ۱:۹ (w: v) با محلول بافر (Tris-HCl 50 میلی‌مول ,pH 7.5) مخلوط و توسط هموژنایزر همگن شدند. سپس نمونه‌ها با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار (H1400pF ساخت چین) (در دمای ۴°C) به‌مدت ۲۰ دقیقه با دور g ۱۳۰۰۰ سانتریفوژ شدند. در نهایت، مایع رویی (supernatant) حاصل برای سنجش آنزیمی استحصال شد. تمامی فعالیت‌های سنجش پروتئین و آنزیمی در ۳ تکرار مورد سنجش قرار گرفت. سنجش مقدار پروتئین نمونه‌ها براساس روش Bradford (۱۹۷۶) و فعالیت آنزیم آمیلاز براساس روش Bernfeld (۱۹۹۵) صورت گرفت. فعالیت ویژه آنزیم آلفا - آمیلاز با تقسیم کردن فعالیت آمیلاز بر میزان پروتئین محلول و برحسب mU/mg protein به دست آمد. عدد ضریب جذب (EC) برای آنزیم مذکور ۰/۰۲۶ در نظر گرفته شد. برای مقایسه فعالیت آنزیمی در طی روند تکوین از آزمون ANOVA یک طرفه و سپس آزمون Tukey در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و برای بررسی رابطه سن و فعالیت آنزیمی و رابطه طول- سن ماهی سیم معمولی در طی دوران اولیه تکوین از آزمون رگرسیون در نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

در زمان تخم‌گشایی لاروها دارای وزن تر اولیه ۰/۰۳ ± ۰/۶۵ میلی‌گرم و طول کل ۰/۲۴± ۴/۶۶ میلی‌متر بودند. الگوی رشد در ماهی سیم معمولی درطی روند تکوین اولیه تا روز ۶۰ پس از تخم‌گشایی به صورت نمایی و با فرمول $y = ۵/۹۵۵۸e^{۰/۰۳۴۶}$ و $R^2 = ۰/۹۷$ بود. (شکل ۱). براساس نتایج، روند تکوین آنزیم آمیلاز در ۴ روز اول بعد از تخم‌گشایی ثابت بود و سپس به آرامی یک روند افزایشی را تا روز ۸ بعد از تخم‌گشایی نشان داد و تفاوت میزان آنزیم در طی این دوره معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). میزان فعالیت این آنزیم از روز ۱۲ بعد از تخم‌گشایی تا روز ۲۵ با یک شیب زیاد افزایش داشت که تفاوت معنی‌داری را با دوره قبل نشان داد ($P<۰/۰۵$). سپس در روز ۳۵ بعد از تخم‌گشایی، کاهش معنی‌داری در روند فعالیت آمیلاز مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). با وجود این، فعالیت آنزیمی مجدداً تا انتهای دوره مورد بررسی (روز ۶۰ پس از تخم‌گشایی) روند صعودی داشت (شکل ۲). همچنین آنزیم آمیلاز همبستگی وی polynomial با سن ماهی نشان داد ($R^2=۰/۸۳۲۸$) (شکل ۲).



شکل ۱- رابطه طول کل- سن ماهی سیم معمولی در طی ۶۰ روز دوران اولیه تکوین.



شکل ۲- روند تغییرات و الگوی تکوین آنزیم آمیلاز در لارو ماهی سیم معمولی طی ۶۰ روز دوران اولیه تکوین.

بحث

بر اساس نتایج، الگوی رشد ماهی سیم معمولی در روزهای اولیه تکوین روند نمایی داشت. چنین الگویی در بیشتر ماهیان استخوانی قابل مشاهده شده است و به عبارت دیگر، پدیده‌ای معمول در ماهیان استخوانی است (Ribeiro et al. 1999; Micale et al. 2006; He et al. 2012; Pradhan et al. 2012; Çoban et al. 2012).

نتایج نشان داد که آنزیم آلفا - آمیلاز در زمان تخم‌گشایی یافت می‌شود. این آنزیم از جمله آنزیم‌های مهم در لارو ماهیان همه‌چیزخوار و گیاه‌خوار برای هضم کربوهیدارت‌ها است، به طوری‌که می‌تواند شاخصی برای بلوغ لوزالمعده در نظر گرفته شود (Cahu et al. 2004; Zouiten et al. 2008; Farhoudi, 2012). وجود آنزیم آلفا - آمیلاز در زمان تخم‌گشایی گونه‌های مختلف ماهی‌ها نیز گزارش شده است (Zambonino-Infante and Cahu, 2001;

Ma et al. 2005; Darias et al. 2006; Zouiten et al. 2008; Galaviz Ma et al. 2011; Asgari et al. 2013) و وجود آن در این مرحله از زندگی ماهی احتمالاً پاسخی برای هضم محتویات کیسه‌زرده از جمله گلیکوژن می‌باشد.

نتایج همچنین نشان داد که میزان فعالیت این آنزیم تا روز ۴ بعد تخم‌گشایی روند ثابتی دارد که این دوره ثابت می‌تواند مربوط به دوره سازگارشدن لارو این گونه با تغذیه خارجی به‌خصوص بر روی موجودات زنده (غذای زنده) باشد. در ادامه، فعالیت این آنزیم پس از روز ۴ تا ۸ بعد از تخم‌گشایی افزایش یافته و سپس روند کاهشی را نشان داد. این روند افزایشی می‌تواند دلایل ژنتیکی (بیان ژن برنامه‌ریزی شده) داشته باشد و به عبارت دیگر، براساس برنامه‌ای از پیش تعیین شده در نهاد موجود افزایش یابد (Moyano et al. 1996; Péres et al. 1998; ZamboninoInfante and Cahu, 2001; Suzer et al. 2012). به‌علاوه، این روند افزایشی می‌تواند پاسخی به ورود محتوای بالای کربوهیدرات (زنجیره گلیکولیتیک، گلیکوژن و نشاسته) موجود در غذای زنده از جمله روتیفر و ناپلیوس‌های دافنی (۱۰-۶٪) برای هضم نیز باشد (Zambonino Infante and Cahu, 2001) که احتمالاً بیانگر قابلیت این گونه برای دریافت مواد غذایی حاوی کربوهیدرات باشد.

نتایج روند تکوین آنزیم آلفا - آمیلاز افزایش معنی‌داری را در میزان فعالیت این آنزیم از روز ۱۲ بعد از تخم‌گشایی نشان داد که مشابه نتایج دیگر کپورماهیان گیاهخوار و دیتریت خوار است. به‌عنوان مثال، چنین روندی در روز ۲۰ بعد از تخم‌گشایی در ماهی دیتریت‌خوار مریگال (*Cirrhinus cirrhinus*) (Chakrabarti and Rathore, 2010)، در روز ۲۲ بعد از تخم‌گشایی در لارو ماهی کاتلا (*Catla catla*) (Rathore et al. 2005a) و در روز ۲۱ بعد از تفریخ در لارو ماهی‌های گیاه‌خوار کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) (Volkova, 1999) گزارش شده است که دلیل آن مصرف غذا با محتوای کربوهیدارت بالا و یا تغذیه فعال از غذاهای زنده درون مخازن پرورشی توسط لارو این ماهی‌ها بیان شده است (Volkova, 1999). آنالیز غذای مصرفی این ماهیان نیز محتوای بالای کربوهیدارت (۲۴/۱۵٪) در جیره غذایی آنها را نشان می‌داد (جدول ۱) که احتمالاً بر روی ترشح آنزیم آمیلاز تاثیر مستقیم داشته است (Ma et al. 2005; Chakrabarti et al. 2006a).

کاهش معنی‌دار روند تکوین آنزیمی آلفا - آمیلاز از روز ۲۵ الی ۳۵ بعد از تخم‌گشایی می‌تواند به دلیل تامین بخشی از نیاز انرژی این موجود توسط محتوای پروتئینی غذای مصرفی باشد. از روز ۳۵ بعد از تخم‌گشایی میزان فعالیت آنزیم آلفا - آمیلاز مجدداً افزایش معنی‌داری را نشان داد که این روند افزایشی با خصوصیات روند تکوین این آنزیم در بسیاری از گونه‌های مختلف ماهی به ویژه ماهیان دریایی متفاوت است (Munilla-Moran and Saborido-Rey, 1996; Suzer et al. 2006a, b; Alvarez-Gonzalez et al. 2008; Jimenez-Martinez et al. 2012). این تغییر روند تکوین آنزیمی می‌تواند به دلیل ویژگی‌های تغذیه این گونه در این برهه زمانی بوده و احتمالاً نقطه عطفی در زندگی لاروی ماهی سیم معمولی مثل تغییر از مرحله لاروی به مرحله جوانی باشد.

نتایج نشان داد که روند توسعه آنزیمی آلفا - آمیلاز در لارو ماهی سیم معمولی مشابه با گونه‌های همه‌چیزخوار و گیاه‌خوار بوده و براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که جیره با محتوای منبع کربوهیدرات می‌تواند از روز ۱۲ بعد از تخم‌گشایی به لاروهای سیم معمولی در کنار غذای زنده آغاز شود. سپس امکان تغذیه کامل با غذای مصنوعی حاوی کربوهیدرات در روز ۲۵ بعد از تفریخ فراهم خواهد شد تا علاوه بر تامین نیازهای انرژی لاروها، در میزان قیمت جیره غذایی نیز صرفه‌جویی شود.

منابع

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۱. تهیه و تدوین: دفتر برنامه و بودجه-گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، شماره ۲۵۰، سازمان شیلات ایران.

Alvarez-González, C.A., Moyano-Lopez, F.J., Civera-Cercedo, R., Carrasco-Chávez, V., Ortiz-Galindo, J., Dumas, S. 2008. Development of digestive enzyme

activity in larvae of spotted sand bass (*Palabraxmaculato fasciatus*). I: biochemical analysis. Fish Physiology and Biochemistry 34: 373-384.

Asgari, R., Rafiee, G.R., Eagderi, S. Noori, F., Agh, N., Poorbagher, H., Gisbert, E. 2013. Ontogeny of the digestive enzyme activities in hatchery produced Beluga (*Huso huso*). Aquaculture 417: 33-40.

Babaei, S.S., Kenari, A.A., Nazari, R., Gisbert, E. 2011. Developmental changes of digestive enzymes in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) during larval ontogeny. Aquaculture 318: 138-144.

Baglole, C.J., Goff, G.P., Wright, G.M. 1998. Distribution and ontogeny of digestive enzymes in larval yellowtail and winter flounder. Journal of Fish Biology 53: 767-784.

Bradford, M.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.

Cahu, C., Ronnestad, I., Grangier, V., Zambonino-Infante, J.L. 2004. Expression and activities of pancreatic enzymes in developing sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax*) in relation to intact and hydrolyzed dietary protein; involvement of cholecystokinin. Aquaculture 238: 295-308.

Çoban, D., Suzer, C., Yildirim, S., Saka, S., Firat, K. 2012. Morphological development and allometric growth of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) larvae. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12: 883-891.

Chakrabarti, R., Rathore, R.M., Kumar, S. 2006. Study of digestive enzyme activities and partial characterization of digestive proteases in a freshwater teleost (*Labeo rohita*), during early ontogeny. Aquaculture Nutrition 12: 35-43.

Chakrabarti, R., Rathore, R.M. 2010. Ontogenic change in the digestive enzyme patterns and characterization of proteases in Indian major carp (*Cirrhinus mrigala*). Aquaculture Nutrition 16: 569-581.

Farhoudi, A., Abedian Kenari, A.M., Nazari, R.M., Makhdoomi, C. 2012. Changes of digestive enzymes activity in common carp (*Cyprinus carpio*) during larval ontogeny. Iranian Journal of Fisheries Sciences 12: 320-334.

Galaviz, M.A., Garcia-Gasca, A., Drawbridge, M., Alvarez-González, C.A., Lopez, L.M. 2011. Ontogeny of the digestive tract and enzymatic activity in white sea bass, (*Atractoscion nobilis*), larvae. Aquaculture 318: 162-168.

He, T., Xiao, Z., Liu, Q., Ma, D., Xu, S., Xiao, Y., Li, J. 2012. Ontogeny of the digestive tract and enzymes in rock bream (*Oplegnathus fasciatus*) (Temminck et Schlegel 1844) larvae. Fish Physiology and Biochemistry 38: 297–308

Jiménez-Martínez, L.D., Alvarez-González, C.A., Tovar-Ramírez, D., Gaxiola, G., Sanchez-Zamora, A., Moyano, F.J., Palomino-Albarrán, I.G. 2012. Digestive enzyme activities during early ontogeny in common snook (*Centropomus undecimalis*). Fish Physiology and Biochemistry 38: 441-454.

Kim, B.G., Brown, C.L. 2000. Hormonal manipulation of digestive enzyme ontogeny in marine larval fishes. UJNR Technical Report 28: 47-55.

Lazo, J.P., Mendoza, R., Holt, G.J., Aguilera, C., Arnold, C.R. 2007. Characterization of digestive enzymes during larval development of red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 265: 194-205.

Ma, H.M., Cahu, C., Zambonino, J. 2005. Activities of selected digestive enzymes during larval development of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture 245: 239-248.

Micale, V., Garaffo, M., Genovese, L., Spedicato, M.T., Muglia, U. 2006. The ontogeny of the alimentary tract during

larval development in common Pandora (*Pagellus erythrinus* L.) Aquaculture 251: 354-365.

Moyano, F.J., Dıaz, M., Alarcon, F.J., Sarasquete, M.C. 1996. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Fish Physiology and Biochemistry 15: 121-130.

Munilla-Morán, R., Saborido-Rey, F. 1996. Digestive enzymes in marine species. I. Proteinase activities in gut from red fish (*Sebastes mentella*), seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Scophthalmus maximus*). Comparative Biochemistry and Physiology 113B: 395-402

Oozeki, Y., Bailey, K.M. 1995. Ontogenetic development of digestive enzyme activities in larval walleye pollock, (*Theragrachalco gramma*). Marine Biology 122: 177-186.

Pradhan, P.K., Jena, J.K., Mitra, G., Sood, N., Gisbert, E. 2012. Ontogeny of the digestive tract in butter catfish *Ompok bimaculatus* (Bloch) larvae. Fish Physiology and Biochemistry 38: 1601-1617

Péres, A., Zambonino Infante, J.L., Cahu, C. 1998. Dietary regulation of activities and mRNA levels of trypsin and amylase in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Fish Physiology and Biochemistry 19: 145-152.

Rathore, R.M., Kumar, S., Chakrabarti, R. 2005. Digestive enzyme patterns and evaluation of protease classes in (*Catla catla*) (Family: *Cyprinidae*) during early developmental stages. Comparative Biochemistry and Physiology 142: 98-106.

Ribeiro, L., Zambonino-Infante, J.L., Cahu, C., Dinis, M.T. 1999. Development of digestive enzymes in larvae of (*Solea senegalensis*), Kaup 1858. Aquaculture 179: 465-473.

Rønnestad, I., Yúfera, M., Ueberschär, B., Ribeiro, L., Sæle, Ø., Boglione, C. 2013. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge and gaps and bottlenecks in research. Reviews in Aquaculture 5: 559-598.

Suzer, C., Firat, K., Saka, S. 2006a. Ontogenic development of the digestive enzymes in common pandora, (*Pagellus erythrinus* L.), larvae. Aquaculture Research 37: 1565-1571.

Suzer, C., Saka, S., Firat, K. 2006b. Effects of illumination on early life development and digestive enzyme activities in common Pandora (*Pagellus erythrinus* L.) larvae. Aquaculture 260: 86-93.

Volkova, I.V. 1999. Activities of Digestive Enzymes in Plant-Eating Fish at Early Phases of Ontogenesis. Canad. Sci. (Biol.), Dissertation Astrakhan.

Walford, J., Lam, T.J. 1993. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. Aquaculture 109: 187-205.

Zouiten, D., Ben Khemis, I., Besbes, R., Cahu, C. 2008. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (*Chelon labrosus*) larvae reared in ‘mesocosm’. Aquaculture 279: 166-172.

Zambonino-Infante, J.L., Cahu, C.L. 2001. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. Comparative Biochemistry and Physiology 130: 477-487.

Ontogeny of alpha - amylase activity during early development of the common bream (*Abramis brama*)

Mohammad Reza Sahraein[1], Soheil Eagderi[1*], Arash Zibaee[2], Gholamreza Rafiee[1], Ahmad Ghanaatparast[3], Samad Darvishi[3]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Restocking, Culture and Breeding Center of Shahid Ansari, Rasht, Iran

Received 29 November 2015; accepted 17 June 2016

Abstract

This study was conducted to investigate the growth pattern and ontogeny of the activity of alpha amylase enzyme in common bream (*Abramis brama*) from hatching through 60th day post hatching (dph) at the Shahid Ansari breeding and restocking center (Rasht, Guilan, Iran). The results showed that wet weight and total length of common bream were 0.65 ± 0.03 mg and 4.66 ± 0.24 mm at hatching, respectively. The growth pattern from early development through 60th dph was exponential as $Y = 5.9558e^{0.0346x}$ and $R^2 = 0.97$. The results also revealed that alpha-amylase enzyme was present at the hatching and its activity was constant till 4th dph and had an increasing trend till 25th dph. Then, a significant decrease was observed in the activity of this enzyme on 35th dph; thereafter its activity showed an increasing trend till 60th dph. In addition, the activity of alpha-amylase showed a strong relationship with increasing the age of specimens. The results also revealed that ontogeny of the alpha-amylase in common bream larvae are similar to that of other omnivorous and herbivorous fishes. It can be concluded that the food with higher content of carbohydrate can be used after 12th dph for feeding of their larvae.

Keywords: Bream, Alpha-amylase, Growth pattern, Feeding

*Corresponding author: soheil.eagderi@ut.ac.ir