magiran.com

مقایسه فعالیت برخی آنزیمهای گوارشی در معده، ضمائم پیلوریک و روده ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید ماده قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

عباس زمانی[۱] ؛ عبدالمجید حاجی مرادلو[۲] ؛ رسول مدنی[۳] ؛ علی جوهری[۴] ؛ محمد رضا کلباسی[۵] و مهرداد فرهنگی[۶]

a_zamanib@yahoo.com

۱ و ۲ - گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان، گرگان،

۳- بخش بیوتکنولوژی مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی حصارک، کرج،

۴ و ۵ - دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور، صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴

۶- گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ۴۱۱۱

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۵

چکیده

بمنظور مطالعه تاثیردستکاری کروموزومی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر فعالیت آنزیمهای گوارشی، فعالیت آنزیمهای پپسین، تریپسین، کیموتریپسین، آلفا- آمیلاز، لیپاز و فسفاتاز قلیایی در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید ماده این گونه مورد ارزیابی قرار گرفت. بین فعالیت آنزیم پپسین در معده ماهیان مورد بررسی به لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت($P>0/05$). اندازه‌گیری فعالیت آنزیمهای تریپسین وکیموتریپسین در روده و ضمائم پیلوریک ماهیان نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین فعالیت آنها در اندامهای مورد بررسی وجود ندارد ($P>0/05$). همچنین فعالیت آنزیمهای آلفا- آمیلاز، لیپاز و فسفاتاز قلیایی در روده و ضمائم پیلوریک در ماهیان مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>0/05$). این نتایج نشانگرآن است که دستکاری کروموزومی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تاثیر قابل توجهی بر تغییر فعالیت آنزیمهای گوارشی مورد بررسی در تحقیق حاضر را نداشته است.

لغات کلیدی: آنزیمهای گوارشی، قزل‌آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*

magiran.com

مقدمه

دستکاری کروموزومی گونه‌های مختلف آبزیان امروزه در دنیا بعنوان یک روش مفید در بهبود ویژگیهای ژنتیکی ماهیان بسیار رایج می‌باشد (Omoto *el al.*, 2005). یکی از مشکلات موجود در صنعت پرورش آبزیان، فرارسیدن زود هنگام بلوغ جنسی است. بلوغ جنسی در بسیاری از ماهیان از جمله قزل‌آلای رنگین کمان باعث کاهش رشد بدن می‌شود، زیرا انرژی که باید صرف تولید گوشت شود صرف توسعه گنادها و بروز صفات ثانویه جنسی می‌شود (Sheehan *et al.*, 1999). همچنین رشد غدد جنسی تغییراتی را در دستگاه گوارش ماهیان بوجود آورده که تمایل ماهی را برای تغذیه و بازده تبدیل غذا در لوله گوارش کاهش می‌دهد و ماهی لاغر می‌شود (Billard *et al.*, 1977) برای جلوگیری از وقوع این پدیده در ماهیان می‌توان آنها را عقیم نمود. انجام تریپلوئیدی یک روش مؤثر برای عقیم نمودن ماهیان می‌باشد و در مقیاس تجاری تنها روش موفق برای عقیم‌سازی محسوب می‌شود (Oflyn *et al.*, 1997). در قزل‌آلای رنگین کمان ماده‌های دیپلوئید نسبت به نرهای دیپلوئید دیرتر بالغ می‌شوند و همچنین نسبت به نرها از رشد بیشتری برخوردار هستند (سدویک، ۱۳۷۹). از طرف دیگر ماده‌های تریپلوئید در قزل‌آلای رنگین کمان تقریباً هیچگونه تکامل تخمدانی نشان نمی‌دهند ولی نرهای تریپلوئید مانند نرهای دیپلوئید بیضه‌هایشان تکامل می‌یابد و بزرگ می‌شود (Thorgaard & Gall, 1979). بنابراین نرهای تریپلوئید از لحاظ آبزی‌پروری سودمند نیستند. لذا القاء تریپلوئیدی بر روی ماده‌ها سودمند است. از آنجائیکه القاء تریپلوئیدی باعث توقف رشد تخمدان در ماده‌ها می‌شود و از شکل‌گیری و تکامل آن جلوگیری بعمل می‌آورد لذا این سؤال پیش می‌آید که القاء تریپلوئیدی علاوه بر عقیم‌سازی می‌تواند بر روی اعمال فیزیولوژیک مانند فعالیت آنزیمهای گوارشی اثرگذار باشد. آنزیمهای گوارشی نقش مهمی در هضم مواد غذایی بر عهده داشته و آگاهی از سطح فعالیت آنها می‌تواند در پی بردن به قدرت هضمی ماهیان مؤثر باشد (Hidalgo *et al.*, 1999). در این تحقیق سعی شده است تا با اندازه‌گیری فعالیت آنزیمهای مهم در عمل گوارش مانند پپسین، تریپسین، کیموتریپسین، آلفا- آمیلاز، لیپاز و فسفاتاز قلیایی در معده، ضمائم پیلوریک و روده در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید ماده و مقایسه آنها با یکدیگر بتوان اثر دستکاری کروموزومی در فعالیت این آنزیمها را بررسی نمود.

مواد و روش کار

ماهیان مورد نیاز در این تحقیق از کارگاه تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت در زمستان سال ۱۳۸۳ تامین شدند. ۲۵ عدد ماهی دیپلوئید ماده (وزن ۴/۴۳±۲۲/۴۴ گرم و طول ۰/۶۹±۱۲/۸۷ سانتیمتر) و ۲۵ عدد ماهی تریپلوئید ماده (وزن ۳/۳۵±۲۳/۶۴ گرم و طول ۱/۲۲±۱۳/۶۳ سانتیمتر) بطور تصادفی انتخاب شدند. این ماهیان در سنین ۸ ماهگی قرار داشتند. برای مشخص کردن تریپلوئیدی.در ماهیان تریپلوئید ماده از روش بررسی اندازه هسته گلبولهای قرمز استفاده گردید (Strunjak *et al.*, 2003) و سپس برای تایید نتایج حاصله از روش رنگ‌آمیزی نقاط سازمان‌دهندهٔ هسته Nucleolar Organizer Regions (NORs) با نیترات نقره استفاده گردید (Phillips *et al.*, 1986). این ماهیان در استخرهای بتونی با میانگین دمای ۷/۵ درجه سانتیگراد و pH=۷/۸ پرورش یافته بودند. تغذیه ماهیان نیز با استفاده از غذای کنسانتره تجاری FFT انجام شده بود.

ماهیان ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌برداری غذادهی نشدند (Deguara *et al.*, 2003) تا دستگاه گوارش آنها از مواد غذایی بخوبی تخلیه شود (Das & Tripathi, 1991). سپس ماهیان را با استفاده از یک سوزن بلند قطع نخاع کرده و سریعاً در مجاورت یخ (به منظور به حداقل رساندن تغییر فعالیت آنزیمی) کالبدگشایی آنها صورت گرفت (Deguara *et al.*, 2003). سپس معده، ضمائم پیلوریک و روده با دقت جدا شدند. معده و روده به صورت طولی بریده شده و محتویات داخل آنها تخلیه و سپس با آب مقطر سرد بخوبی شستشو شدند (Chong, *et al.*, 2002) تا مواد غذایی باقیمانده در معده و روده خارج شود. بعد بلافاصله در شرایط انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری

magiran.com

شدند. سپس در آزمایشگاه نمونه‌ها از شرایط انجماد خارج شده و وزن گردیدند. بعد با نسبت وزنی به حجمی (w/v) ۱به ۵ با کلرید سدیم ۰/۲ مولار مخلوط شده (Gawlicka *et al.*, 2000) و درحضور یخ عمل یکنواخت سازی با هموژنایزر (مدل DI18 Disperser) صورت گرفت. سپس سوسپانسیون حاصله (مدل Hettich Refrigerator D-78532) با۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد و بمدت۳۰ دقیقه سانتریفوژ شد. بعد از پایان سانتریفیوژ، بخش رویی حاصله جدا شده و برای سنجش آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت.

برای سنجش فعالیت آنزیم پپسین از روش Anson (1938)، سنجش فعالیت آنزیم تریپسین از روش Erlanger و همکاران (1961)، برای سنجش فعالیت آنزیم کیموتریپسین از روش Hummel (1959)، برای سنجش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز از روش Bernfeld (1951)، برای سنجش فعالیت آنزیم لیپاز از روش Worthington (1991) و برای سنجش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیائی از روش Walter و Schutt (1974) استفاده گردید. پروتئین محلول در بافت معده، ضمائم پیلوریک و روده با روش Lowry و همکاران (1951) اندازه‌گیری گردید. در این روش از آلبومین سرم گاوی (BSA) بعنوان استاندارد (۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) استفاده شد. برای مقایسه فعالیت آنزیمهای گوارشی در معده، ضمائم پیلوریک و روده ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید ماده قزل‌آلای رنگین کمان، برای رسم نمودارها از نرم افزارهای SPSS و Excel و برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف از تجزیه واریانس یکطرفه (ANOVA) استفاده گردید و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. تمام ارزیابی‌ها نیز در ۳ تکرار انجام گرفت.

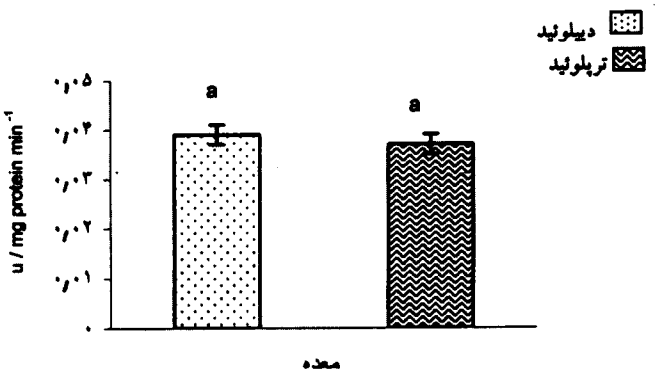
نتایج

نتایج حاصل از مقایسه فعالیت آنزیمهای گوارشی در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید ماده قزل‌آلای رنگین کمان در نمودارهای ۱ تا ۶ آمده‌اند. آنزیم پپسین که فقط در معده ماهیان اندازه‌گیری گردید نشان داد که بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P>0/05$). هر چند که میزان فعالیت آنزیم پپسین در معده ماهیان دیپلوئید بیشتر از ماهیان تریپلوئید بود (نمودار ۱).

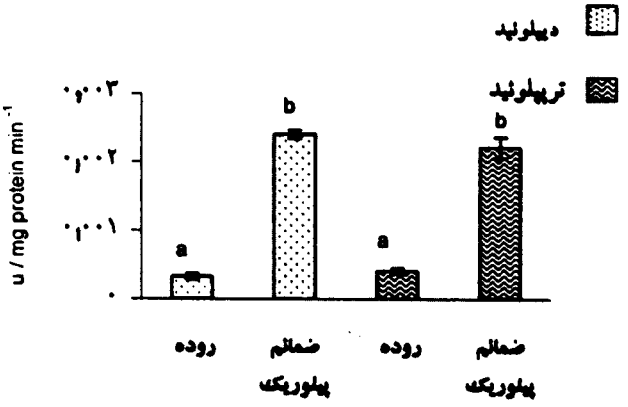
آنزیمهای تریپسین و کیموتریپسین که در روده و ضمائم پیلوریک اندازه‌گیری گردیدند نشان دادند که فعالیت این آنزیمها بین روده ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید و همچنین بین ضمائم پیلوریک ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید اختلاف آماری معنی‌داری ندارند ($P>0/05$). هرچند که میزان فعالیت آنزیم تریپسین در روده تریپلوئید بیشتر از دیپلوئید و در ضمائم پیلوریک تریپلوئید کمتر از دیپلوئید بود (نمودار ۲) و فعالیت آنزیم کیموتریپسین در روده و ضمائم تریپلوئید بیشتر از روده و ضمائم پیلوریک دیپلوئید بود (نمودار ۳).

فعالیت آنزیمهای آلفا-آمیلاز، لیپاز و فسفاتاز قلیایی نیز که در روده و ضمائم پیلوریک اندازه‌گیری شده بودند، نشان دادند که فعالیت آنزیمهای آلفا-آمیلاز و لیپاز در روده ماهیان تریپلوئید کمتر از ماهیان دیپلوئید (نمودارهای ۴ و ۵) و فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در روده ماهیان تریپلوئید بیشتر از ماهیان دیپلوئید است (نمودار ۶). ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین فعالیت این آنزیمها در روده ماهیان مشاهده نشد ($P>0/05$). فعالیت این آنزیمها در ضمائم پیلوریک نشان داد که فعالیت آنزیمهای لیپاز و فسفاتاز قلیایی در ماهیان تریپلوئید بیشتر از دیپلوئید (نمودارهای ۵ و۶) و فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز در ضمائم پیلوریک ماهیان تریپلوئید کمتراز ماهیان دیپلوئید است (نمودار ۴). اندازه‌گیری فعالیت این آنزیمها در ضمائم پیلوریک نیز نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در ماهیان مورد بررسی وجود ندارد ($P>0/05$).

magiran.com

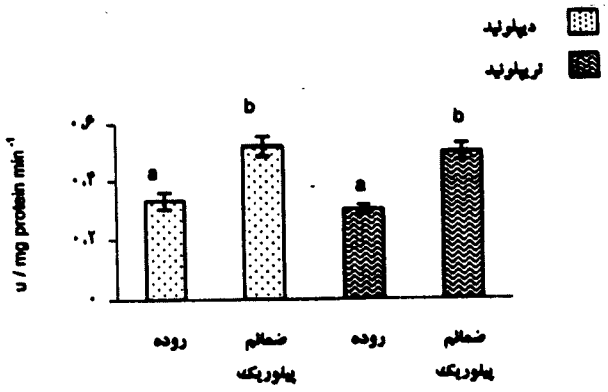


نمودار ۱: فعالیت آنزیم پپسین



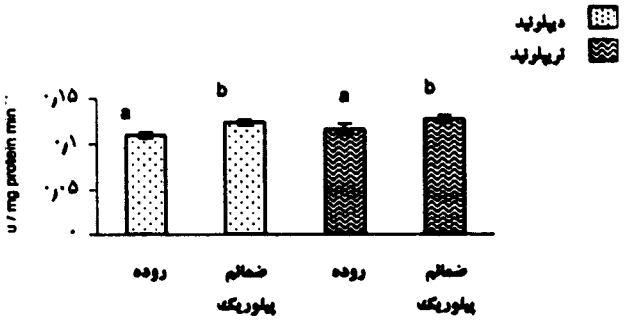
نمودار ۲: فعالیت آنزیم تریپسین

نمودار ۳: فعالیت آنزیم کیموتریپسین



نمودار ۴: فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز

نمودار ۵: فعالیت آنزیم لیپاز



نمودار ۶: فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی

توجه: در تمامی اشکال، تفاوت شکلهایی که دارای حرف یکسان نیستند معنی‌دار است ($Mn \pm Sd$, $n=3$, $\alpha = 0.05$).

magiran.com

بحث

تعیین فعالیت آنزیمهای گوارشی در ماهیان برای پی بردن به میزان فعالیت آنها و آگاهی از قدرت هضمی ماهیان توسط محققین مختلفی صورت پذیرفته است (Chong *et al.*, 2002 ; Deguara, *et al.*, 2003). در مورد ماهیان تریپلوئید و اثر دستکاری کروموزومی بر روی فعالیت آنزیمهای گوارشی با توجه به منابع در دسترس داخلی و خارجی گزارشی یافت نشده است ولی در مورد تعیین فعالیت آنزیمهای گوارشی در ماهیان دیپلوئید گزارشات متعددی وجود دارد.

Hidalgo و همکاران (1999) فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز را در ۶ گونه از ماهیان شامل کپورمعمولی، قزل‌آلای رنگین کمان، مارماهی اروپائی، لای ماهی، ماهی سیم دریایی سرطلایی و ماهی کاراس (*Carassius auratus*) مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی‌ها مشخص شد که در لولهٔ گوارشی بالاترین فعالیت آلفا- آمیلاز مربوط به کپور معمولی و کاراس بوده که ماهیانی فاقد معده و همه چیزخوار هستند و پایین‌ترین فعالیت نیز مربوط به قزل‌آلای رنگین کمان و مار ماهی بود که ماهیانی دارای معده و گوشتخوار هستند.

Keddis (1957) و Moriarty (1973) فعالیت آنزیم لیپاز را در لولهٔ گوارشی تیلاپیای نیل (*Tilapia nilotica*) اندازه‌گیری نموده‌اند. Al-Hussaini و Kholy (1953) و Nagase (1964) فعالیت آنزیم لیپاز را در رودهٔ ماهی تیلاپیا اندازه‌گیری نمودند و بیشترین فعالیت آنرا در بخشهای قدامی و میانی روده گزارش کردند.

فسفاتاز قلیایی در جذب مواد مغذی مثل لیپید، گلوکز، کلسیم و فسفات معدنی (Harris, ; Mahmood *et al.*, 1994 1989) نقش دارد. این آنزیم از منطقه نوار مسواکی (Brush border) در روده ترشح می‌شود (Smith, 1992). در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) ۹۳/۶ درصد سطح روده را پوشانده و مؤید سطح بالای جذب مواد مغذی در روده می‌باشد (Tengjaroenkul *et al.*, 2000).

Sabapathy و Teo (1993) فعالیت آنزیمهای آلفا- آمیلاز، پپسین، تریپسین و کیموتریپسین را در معده، ضمائم پیلوریک و روده ماهیان گونه *Lates calcarifer* و *Siganus canaliculatus* بررسی نمودند. آنزیم آلفا-آمیلاز که در روده و ضمائم پیلوریک اندازه‌گیری شده بود در *L. calcarifer* بطور معنی‌داری پایین‌تر از *S. canaliculatus* بود. فعالیت آنزیم پپسین در معده *L. calcarifer* بالاتر بود و فعالیت آنزیمهای تریپسین و کیموتریپسین در *S. canaliculatus* بالاتر بودند. ماهی *L. calcarifer* گوشتخوار و ماهی *S. canaliculatus* گیاهخوار و بعضاً همه چیزخوار می‌باشد.

Kuzmina (1996) اثر سن را بر روی فعالیت آنزیمهای گوارشی در ۴ گونه از ماهیان استخوانی آب شیرین شامل اردک ماهی، سوف، سیم و کلمه بررسی نموده است. وی گزارش نمود که اردک ماهی که یک ماهی گوشتخوار می‌باشد با افزایش سن فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز کاهش یافت ولی فعالیت آنزیمهای تریپسین و کیموتریپسین افزایش می‌یابد. در سوف که یک ماهی شکارچی و بنتوزخوارست، فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز در بالغین نسبت به انگشت قد پایین‌تر بود. در کلمه و سیم که هر دو بنتوز خوارند فعالیت آمیلاز با افزایش سن نوساناتی را نشان داد که با یک روند افزایشی همراه بود. در این بررسی همچنین مشخص شد که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در اردک ماهی و سوف با افزایش سن، افزایش می‌یابد.

همانگونه که در نمودارهای ۲ تا ۶ مشخص است فعالیت آنزیمها در ضمائم پیلوریک نسبت به روده بالاترست. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط Deguara و همکاران (2003) همخوانی دارد. این محققین با بررسی فعالیت آنزیمها در گونهٔ *Sparrus aurata* به این نتیجه رسیدند که در ضمائم پیلوریک فعالیت آنزیمها نسبت به روده بالاتر می‌باشد. علت این امر می‌تواند در رابطه با وجود تودهٔ کوچکی از لوزالمعده در ابتدای روده و در بین ضمائم پیلوریک باشد. در قزل‌آلای رنگین کمان لوزالمعده بصورت توده کوچکی در بین ضمائم پیلوریک قراردارد (رابرتس و شفرد، ۱۳۷۸). لوزالمعده نقش مهمی در تولید آنزیمهای گوارشی مانند تریپسین، کیموتریپسین، آلفا-آمیلاز، لیپاز و برخی دیگر از آنزیمها در ماهیان دارد (Jobling, 1995).

در پایان باید اشاره نمود که بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید اختلاف وزن وجود دارد و در این تحقیق نیز مشاهده شد که ماهیان تریپلوئید ماده وزن بیشتری از ماهیان دیپلوئید ماده دارند و نیز فعالیت آنزیمهای مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری را در بین این دو نوع ماهیان نشان ندادند. بنابراین اختلاف وزن محسوس می‌تواند در مراحل بالاتر رشد خود را نشان دهد. پیشنهاد می‌شود که در ماهیان با وزن بالاتر نیز

magiran.com

فعالیت آنزیمهای گوارشی بررسی گردد تا اثر دستکاری کروموزومی دقیق‌تر مشخص شود.

منابع

رابرتس، آر.جی. و شفرد، سی.جی. ، ۱۳۷۸. بیماریهای ماهیان قزل‌آلا و آزاد. ترجمه: بهیار جلالی جعفری و مهدی میار، انتشارات نوربخش، ۲۵۴ صفحه.

سدویک، ا.د. ،۱۳۷۹. راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا. ترجمه: مهرداد عبدا... مشائی، ویراست پنجم، انتشارات نوربخش، ۲۰۸ صفحه.

Al-Hussaini, A.H. and Kholy, A.A. , 1953. On the functional morphology of the alimentary tract of some omnivorous teleost fish. Proc. Egypt. Acad. Sci. Vol. 4, pp.17-39.

Anson, M.L. , 1938. The estimation of Pepsin, Ttypsin, Papain and Cathepsin with Hemoglobin. Journal of General Physiology. Vol. 22, pp.79-89.

Bernfeld, P. , 1951. Amylases α and β. In Methods in Enzymology. (eds. P. Colowick and N.O. Kaplan). Academic Press. New York, USA. Vol. 1, pp.149-157.

Billard, R. ; Richard, M. and Breton, B. , 1977. Stimulation of gonadotropin secretion after castration on rainbow trout. General and comparative endocrinology. Vol. 33, pp.163-165.

Chong, A.S.C. ; Hashim, R. ; Chow-Yang, L. and Ali, A.B. , 2002. Parrtial characterization and activities of proteases from the digestive tract of discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). Aquaculture. Vol. 203, pp.321-333.

Das, K.M. and Tripathi, S.D. , 1991. Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharhyngodon idella*,. Aquaculture. Vol. 92, pp.21-32.

Deguara, S. ; Jauncey, K. and Agius, C. , 2003. Enzyme activities and pH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. Journal of Fish Biology. Vpl. 62, pp.1033-1043.

Erlanger, B. ; Kokowsky, N. and Cohen, W. , 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. Arch. Biochem. Biophys. Vol. 95, pp.271-278.

Gawlicka, A. ; Parrent, B. ; Horn, M.H. ; Ross, N. ; Opstad, I. and Torrissen, O.J. , 2000. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. Aquaculture. Vol. 184, pp.303-314.

Harris, H. , 1989. The human alkaline phosphatases: what we know and what we dont know. Clin. Chim. Acta. Vol. 186, pp.133-150.

Hidalgo, M.C. ; Urea, E. and Sanz, A. , 1999. Comparrative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolitic and amylase. Aquaculture. Vol. 170, pp.267-283.

Hummel, B.C.W. , 1959. A modified spectrophotometric determinations of chymo-trypsin, trypsin and thrombin. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. Vol. 37, pp.1393-1399.

Jobling, M. , 1995. Digestion and absorbtion. *In*: Jobling, M. (Ed), Environmental Biology of Fishes, Chapter 6. Chapman & Hall, London, England, pp.175-210.

Keddis, M.N. , 1957. On the intestinal enzymes of *Tilapia niloticus*.Boul. Proc. Egypt. Acad. Sci. Vol. 12, pp.21-37.

Kuzmina, V.V. , 1996. Influance of age on digestive enzymes activity in some freshwater teleosts. Aquaculture. Vol. 148, pp.25-37.

Lowry, O.H. ; Rosebiough, N.J. ; Farr, A.L. and Randall, R.J. , 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biol. Chem. Vol. 193, pp.265-275.

magiran.com

Mahmood, A. ; Yamagishi, F. ; Eliakim, R. ; DeSchryver-Kecskemeti, K. ; Gramlich, T.L. and Alpers, D.H. , 1994. A possible role for rat intestinal surfactant-like particles in transepithelial triacylglycerol transport. Journal Clin. Invest. Vol. 93, pp.70-80.

Moriarty, D.J.W. , 1973. The physiology of digestion of blue-green algae in the cichilid fish, *Tilapia nilotica*. Journal of Zoo. London, UK. Vol. 171, pp.25-39.

Nagase, G. , 1964. Conribution to physiology of digestion in *Tilapia mossambica* Peters: digestive enzymes and the effects of diets on their activity. Z. Vergl. Physiol. Vol. 49, pp.270-284.

Oflyn, F.M. ; McGeach, S.A. ; Friars, G.W. ; Benfey, T.J. and Bailey, J.K. , 1997. Comparisons of cultured triploid and diploid Atlantic Salmon (*Salmo salar*). ICES Journal of Marine Science. Vol. 45, pp.1160-1165.

Omoto, N. ; Maebayashi, M. ; Adachi, Sh. ; Arai, K. and Yamauchi, K. , 2005. Sex ratios of triploids and gynogenetic diploids induced in the hybrid sturgeon, the bester (*Huso huso* female×*Acipenser ruthenus* male). Aquaculture. Vol. 245, pp.39-47.

Phillips, R.B. ; Zajicek, K.D. ; Ihseen, P.E. and Johnson, O. , 1986. Application of silver staining to the identification of triploid fish cell. Aquaculture. Vol. 54, pp.313-319.

Sabapathy, U. and Teo, L.H. , 1993. A quantitative study of some digestive enzymes in the rabbitfish, *Siganus canaliculatus*, and the sea bass, *Lates calcarifer*. Journal of Fish Biology. Vol. 42, pp.595-602.

Sheehan, R.J. ; Shasteen, S.P. ; Suresh, A.V. ; Kapuscinski, A.R. and Seeb, J.E. , 1999. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. Transaction of the American Fisheries Society. Vol. 129, pp.491-498.

Smith, M.W. , 1992. Diet effects on entrocyte development. Proceeding of the nutrition society. Vol. 51, pp.173-178.

Strunjak, I. ; Rakovak, R. and Topic, N. , 2003. Micronucleus occurrence in diploid and triploid rainbow trout. Vet. Med. Czech. Vol. 48, pp.215-219.

Tengjaroenkul, B. ; Smith, B.J. ; Caceci, T. and Smith, S.A. , 2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture. Vol. 182, pp.317-327.

Thorgaard, G.H. and Gall, G.A. , 1979. Adult triploids in a rainbow trout family. Genetics. Vol. 93, No. 4, pp.961-973.

Walter, K. and Schutt, C. , 1974. Alkaline phosphatase in serum (continuous assay). *In*: Bergmeyer, H.U. (Ed), Methods of Enzymatic Analysis. 2nd edn. Academic Press, New York, USA. Vol. 2, pp.860-864.

Worthington, C.C. , 1991. Worthington enzyme manual related Biochemical. 3th Edition. freehold, New Jersey, pp.212-215.

magiran.com

Comparison of digestive enzyme activity in the stomach, pyloric caeca and intestine in diploid and triploid female of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*

Zamani A.[1] ; Hajimoradloo A.[2] ; Madani R.[3] ; Johari A.[4] ; Kalbasi M.R.[5] and Farhanghi M.[6]

a_zamanib @ yahoo.com

1, 2- Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3-Dept. of Biothecnology, Razi Research Institute, Hesarak, Karaj, Iran

4,5- Faculty of Marine Science and Natural Resource, Tarbiat Modarres University, P.O.Box: 14155-356 Noor, Iran

6- Dept. of Fisheries & Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O.Box: 31585-4314 Karaj, Iran

Received: March 2005 Accepted: May 2006

Keywords: Digestive enzymes, Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*

Abstract

The effects of chromosome manipulation on the digestive enzyme activity in the rainbow trout were studied. The enzymes included Pepsin, Trypsin, Chymotrypsin, α-Amylase, Lipase and Alkaline Phosphatase which were assessed in diploid and triploid female of rainbow trout. Pepsin activity in the stomach of the assessed fish showed no significant difference between the diploid and triploid fish ($P>0.05$). The measurement of Trypsin and Chymotrypsin activity in the intestine and pyloric caeca revealed no significant difference in the treated and untreated fish ($P>0.05$). The activity of α-Amylase, Lipase and Alkaline Phosphatase showed no significant difference in the intestine and pyloric caeca of the diploid and triploid fish ($P>0.05$).The results indicated that chromosome manipulation in rainbow trout had no effects on digestive enzyme activity.