عوامل مؤثر بر کیفیت اسپرم ماهیان در آبزی پروری

امید خادم‌زاده[۱]*، پریتا کوچنین[۱]، محمد ذاکری[۱]، منصور طرفی موزان‌زاده[۲]، سید محمد هادی علوی[۳]

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۲. پژوهشکده آبزی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۳. بخش علوم جانوری، دانشکده زیست شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول:omidkhademzade@yahoo.com

چکیده

اسپرم ماهیان پس از رها شدن در محیط آب مدت زمان محدودی فرصت دارد تا بتواند به تخمک برسد، دو عامل محدود کننده برای لقاح موفق مدت زمان تحرک اسپرم تا رسیدن به تخمک و دیگر عامل محدود کننده زمان بسته شدن سوراخ میکروپیل تخمک است. کیفیت اسپرم یکی از عوامل مهم در تولیدمثل است که خود این عامل تحت تأثیر پارامترهای مختلفی نظیر زمان تحرک، سرعت اسپرم، اسمولاریته، غلظت اسپرم در منی و ATP می باشد. علاوه بر این، پارامترهای تغذیه‌ای نظیر ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب در افزایش کیفیت اسپرم دخیل هستند. حال بررسی پارامترها و عوامل مؤثر در کیفیت اسپرم بسیار حائز اهمیت است، چراکه تولیدمثل و تکثیر ماهیان جز حلقه‌های مهم تولید در آبزی‌پروری است. همچنین مطالعات در مورد ماهیان دریایی نسبت به ماهیان آب شیرین بسیار کمتر هستند و تحقیقات در این زمینه در جهت آبزی‌پروری پایدار لازم است.

کلمات کلیدی: کیفیت اسپرم، زمان تحرک، سرعت اسپرم، مواد معدنی، آبزی‌پروری پایدار

مقدمه:

کنترل تولیدمثل ماهی یک موضوع کلیدی در آبزی پروری است. کیفیت گامت‌های ماهی یکی از فاکتورهای محدود کننده موفقیت تولیدمثل است. علاوه بر این کیفیت گامت-های ماهی می تواند بسیار متغیر باشد و تحت تأثیر تعداد قابل توجهی از عوامل داخلی و خارجی هستند. به کارگیری گامت‌های با کیفیت‌تر از مولدین ماهی در اسارت (محیط پرورش) از اهمیت زیادی برای تولید نتایج ارزشمند برای آبزی پروری است. با وجود آنکه صنعت پرورش ماهی بیشتر روی کیفیت تخمک ها و لاروها نسبت به اسپرم متمرکز شده است، کیفیت اسپرم مولدین نر روی لقاح و سلامتی لاروها اثر مستقیم دارد. بنابراین کنترل کیفیت اسپرم برای تولید گونه‌های تجاری و معرفی گونه‌های جدیدتر برای آبزی پروری یک موضوع حیاتی درصنعت آبزی پروری است (Cabrita et al., 2014).

بیشترین عوامل مؤثر بر تولید اسپرم و کیفیت آن شامل عوامل اپی ژنتیک (اثرات غیر ژنتیکی بر بیان ژن‌ها)، تغذیه مولدین و مدیریت اسپرم (انجماد اسپرم) هستند. دامنه شاخص های ایده‌آل بر اساس گونه‌های مختلف، وضعیت اسپرم یا استراتژی تولیدمثل مانند تکثیر مصنوعی، ذخیره سازی در انجماد، بانک ژنی یا تولید انبوه تعیین می شود.

«اسپرماتوژنسیس»[1] و بلوغ نهایی در ماهی توسط محور هیپوتالاموس_هیپوفیز کنترل می‌شود، که هیپوتالاموس توسط هورمون GnRH[2] کنترل می‌شود که خود تحت تأثیر نوروپپتیدهای اولیه که تولیدمثل را تنظیم می‌کنند و همچنین اطلاعاتی که از خارج از بدن وارد می‌شوند نظیر، نور، دما، روابط اجتماعی، فتوپریود هست.

برخی مطالعه‌های گذشته مؤید این موضوع بوده اند که بررسی تحرک اسپرم به ویژه درصد اسپرم‌های متحرک می-تواند به‌عنوان یک فاکتور کلیدی جهت ارزیابی موفقیت لقاح درصد لقاح و نرخ تفریخ محسوب گردد (Lahnsteiner et al., 1998, Mansour et al., 2005) در بیشتر گونه ها طول دوره تحرک اسپرم بسیار کم از 30 ثانیه تا چند دقیقه می‌باشد. تفاوت میزان طول دوره تحرک در بین گونه‌های مختلف بستگی به ویژگی های بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و متابولیکی هر گونه دارد، به طوری که در سیستم‌های تجاری آبزی پروری، افزایش طول دوره تحرک اسپرم به وسیله اعمال تغییر در محلول های فعال کننده یکی از شیوه‌های اساسی در جهت بهبود میزان موفقیت لقاح در ماهیان آب شیرین می‌باشد (Alavi et al., 2008)

عوامل مؤثر بر کیفیت اسپرم، تغذیه، شرایط محیطی و سن

نوع تغذیه می‌تواند در ترکیب بیوشیمیایی اسپرم اثرگذار باشد و می‌توان بر اساس ترکیب بیوشیمیایی سرم، نوع تغذیه و کیفیت تغذیه را بررسی کرد. اجزای اساسی که در رژیم غذایی است ویتامین‌ها می‌باشند، چراکه این مواد به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌کنند. این مواد شامل ویتامین E، ویتامین C و کارتنوییدها می‌باشند.

همچنین سن یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر روی کیفیت اسپرم است که این مسئله در مطالعات محدودی مورد بررسی قرارگرفته است (Gasparini et al., 2017) ولی برای بررسی دقیق‌تر نیاز به مطالعات بیشتری است.

تحرک اسپرم و پارامترهای جنبشی تحرک

مهم‌ترین و مفیدترین شاخص ارزیابی اسپرم تحرک اسپرم است و سرعت اسپرم فاکتور مهم در لقاح است (Rurangwa et al., 2004) و این شاخص ارتباط مستقیم با لقاح دارد (Gallego and Asturiano., 2018). مدت‌زمان تحرک اسپرم همان زمان در دسترس بودن اسپرم برای لقاح است. برخلاف اسپرم خزندگان و پستانداران، اسپرم ماهیان در مجرای سمینال فاقد تحرک است و با قرار گرفتن در مجاورت آب شروع به حرکت می‌کند. خاصیت اسمزی و ترکیبات مایع سمینال معمولاً مانع از تحرک اسپرم در مجرای اسپرم می‌گردد (Rani and Munuswamy , 2014). اگر تحرک اسپرم بالای ۸۰ درصد باشد، در واقع نشان‌دهنده کیفیت مناسب اسپرم است. اگرچه میزان تحرک نیز در گونه‌ها مختلف و در اکوسیستم‌های متفاوت می‌تواند متفاوت باشد.

[1] Spermatogenesis

[2] Gonadotropin-releasing hormone

سرعت اولیه اسپرم ماهیان دریایی بسیار زیاد است و زمان تحرک اسپرم در ماهیان دریایی بین ۴۰ ثانیه تا ۲۰ دقیقه می‌باشد. زمان تحرک در گونه‌های دریایی بسیار متغیر است و براساس مطالعات در گونه (*Hippoglossus hippoglossus*) مدت زمان شروع تحرک تا توقف کامل اسپرم‌ها ۱۱۰ الی ۱۲۰ ثانیه است (Billard et al., 1993)، در گونه توربوت (*Psetta maxima*) زمان تحرک ۶۰۰ ثانیه است (Dreanno et al., 1999b)، در ماهی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) ۵۰ الی ۶۰ ثانیه است (Dreanno et al., 1999a) و در خانواده شانک ماهیان (Sparidae) در حدود ۱۵ دقیقه است (Cosson et al., 2008) همچنین براساس مطالعات خادم زاده و همکاران (نتایج به چاپ نرسیده است) در ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus arabicus*) زمان تحرک اسپرم بین ۱۰ الی ۱۸ دقیقه است.

شاخص‌های کیفی اسپرم

عملکرد تولید مثل جنس نر، وابسته به تعداد اسپرماتوزوآ و حجم اسپرم است که این دو فاکتور در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت است. مثلاً در گونه‌های ماهی خاویاری حجم اسپرم کم است و همچنین در این ماهیان تعداد اسپرماتوزوآ در میلی‌لیتر حجم اسپرم نیز نسبت به سایر ماهیان بسیار کم است و در حدود ۳×۱۰^{۹} اسپرماتوزوآدر هر میلی لیتر است (Tsvetkova et al., 1996; Yamaner et al., 2015; Aramli and Nazari., 2014) همچنین بیشترین تعداد اسپرم در مهره‌داران در گونه سوف اروپایی (*Perca fluviatilis*) که به میزان ۳۰×۱۰^{۹} اسپرماتوزوآ در هر میلی لیتر است و در گونه شانک زرد باله (*Acanthopagrus arabicus*) نیز تعداد اسپرم ۳۵×۱۰^{۹} اسپرماتوزوآ در هر میلی لیتر بود (خادم زاده و همکاران، نتایج به چاپ نرسیده است)

پارامترهای اسپرم و پلاسمای منی

پلاسمای اسپرم یک محیط منحصربه‌فرد است که مسئول بسیاری از فعالیت‌های بیولوژیک بدن می‌باشد، چراکه این مایع‌بر فرآیند مرتبط با ذخیره‌سازی و بلوغ مرتبط است.(Rurangwa et al ., 2004) در شرایط طبیعی پلاسمای منی تحرک اسپرماتوزوآ را حفظ کرده و سبب تحرک اسپرم در لوله اسپرم بر می‌شود همچنین از سلول-های اسپرم در برابر گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن[1] محافظت می‌کند (Rurangwa et al ., 2004). اسپرماتوزوئیدهای ماهیان استخوانی وقتی در بیضه یا مایع منی می‌باشند، بی‌تحرک هستند. این اسپرم‌ها هنگامی‌که در محیط ایزواسمول الکترولیتی و غیر الکترولیتی قرار می‌گیرند نیز بی‌تحرک می‌باشند اما وقتی در محیط هیپواسمول قرار می‌گیرند سریعاً تحرک می‌یابند (Verma et al., 2009). مطالعات نشان داده است میزان اسمولاریته پلاسمای منی در مهره داران بین ۳۲۰-۳۵۰ mOsm/k و در ماهی‌ها بین ۲۰۰-۳۰۰mOsm/kg است (Morisawa et al., 1983) در خانواده سوف ماهیان اسمولاریته پلاسما منی ۲۸۰ تا ۲۹۰ mOsm/kg است و در گونه (*Perca fluviatilis*) به میزان ۵۰۰ mOsm/kg هست. در ماهی باس اروپایی(*Dicentrachus labrax*) میزان اسمولاریته ۴۰۰ mOsm/kg (Villani and Catena., 1991, Dreanno et al., 1999a) بدست آمده است.

میزان ادنوزین تری فسفات ATP در اسپرم ماهی

اسپرماتوزوآ زمانی که در لوله اسپرم بر است بدون تحرک می‌ماند و برای تحرک وابسته به غلظت ATP ذخیره‌شده در اسپرماتوزوآ است. و با تحرک اسپرم ذخیره غلظت ATP در اسپرماتوزوآ کاهش می‌یابد ولی در پایان تحرک هنوز مقداری ATP در اسپرماتوزوآ باقی می‌ماند (Dzyuba et al ., 2017). بیشترین میزان کاهش غلظت در ATP در ماهیان دریایی و ماهی خاردار اروپایی (*Dicentrachus labrax*) ذکرشده که میزان غلظتATP در پایان تحرک اسپرم چهار برابر کمتر میزان غلظت ATP در شروع حرکت بوده (Dreanno et al 1999). در ماهیان آب شیرین میزان کاهش غلظت ATP کمتر است و در حدود کمتر از سه برابر غلظت ابتدای تحرک است (Perchec et al., 1995). این تفاوت کاهش غلظت ATP بین گونه‌های آب شیرین و آب‌شور می‌تواند به دلیل شوک اسموتیک در آب شیرین و شور باشد، تغییر میزان اسمولاریته در گونه‌های دریایی بین پلاسمای منی و آب دریا سه تا ۴چهار برابر و در گونه‌های آب شیرین تغییر اسمولاریته بین مایع منی و آب شیرین ۱۰ برابر اسمولاریته است. لازم به ذکر است توقف اسپرم در بیشتر گونه‌ها زمانی رخ می‌دهد که غلظت ATP در

[1] reactive oxygen species

حدود سه الی شش nmol بر $۱۰^{۸}$ اسپرماتوزوآ برسد (Dzyuba et al ., 2017).

اثرات اسیدهای چرب، مواد معدنی و ویتامین‌ها بر عملکرد اسپرم

مواد مورد نیاز برای تولیدمثل شامل مواد معدنی، عمدتاً اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین‌ها در بدن سنتز نمی-شوند، گونه‌های آب شیرین از خانواده هایی نظیر آزادماهیان و کپورماهیان (*Salmonidae, Cyprinidae*) و ماراماهی اغلب به دو اسید چرب 18:2(n _ 6)و 18:3(n _ 3) و گونه‌های دریایی عمدتاً به اسیدهای چرب کشیده‌تر و اشباع‌نشده‌تر نظیر 20:5(n - 3) و22:6(n - 3) نیاز دارند (Takeuchi and Watanabe, 1982; Watanabe, 1982). مطالعات نشان داده است که حتی اسیدهای چرب ضروری بر روی ترکیب لیپیدی اثر گذاشته و پروفایل اسید چرب اسپرم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Labbe et al., 1995; Bell et al.,1996; Pustowka et al., 2000). بااین‌وجود مهم‌ترین و اصلی‌ترین اسید چرب که در حفظ اسپرم نیز اهمیت دارد دوکوزاهگزائنوویک اسید 22:6(n - 3) هست (Labbe et al., 1997). ثبات در اسیدهای چرب پایه می‌تواند حتی در مقدار کم نیز می‌تواند بر روی کیفیت اسپرمی که در فرآیند انجماد اسپرم قرارمی‌گیرد اثرات زیادی دارد و این در مطالعه روی گونه باس دریایی به‌خوبی نشان داده‌شده است، اگرچه بر روی تحرک و توانایی لقاح اثر نداشت ولی بر بقای لارو اثر دارد که نشان از تأثیر طولانی‌مدت اسیدهای چرب دارد. همچنین استفاده از اسیدهای چرب PUFA[1] در غذای گونه کفشک سنگال (*Senegalese sole*) سبب افزایش سرعت اسپرم و افزایش زمان تحرک اسپرم می‌شود، همچنین درصد DHA[2], EPA[4]،ARA[3] را در غشای اسپرم افزایش داد (Beirão, 2011).

همچنین ویتامین‌ها جز موادی است که بدن قادر به ساخت آن نیست و باید به جیره اضافه گردد. Xu و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی اثرات سه سطح از ویتامین E در اسپرم توربوت (*Scophthalmus maximus*) به‌منظور تعیین دوز مناسب برای مولدین نر پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از ویتامین E سبب افزایش غلظت اسپرم و سرعت اسپرم می‌شود. مواد معدنی نیز ازجمله موادی است که باید به جیره اضافه شود چراکه اثرات مهمی در بدن دارند، Jiang در سال ۲۰۱۶ با افزودن روی در سطوح مختلف به جیره ماهی سیم دریایی بی پوزه (*Megalobrama amblycephala*) باعث افزودن شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی اسپرم می‌گردد، همچنین باعث افزایش زمان تحرک اسپرم گردید.

در مطالعه‌ای که توسط خادم زاده و همکاران (نتایج به چاپ نرسیده است) مشخص شد که افزودن نانو سلنیوم به جیره غذای مولدین ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus arabicus*) به میزان ۲ و ۴ میلی‌گرم سبب بهبود زمان تحرک، زمان فعال تحرک، حرکت مستقیم و همچنین افزایش غلظت اسپرم شده است.

نتیجه‌گیری و مسیرهای آینده

ازآنجایی‌که مطالعات زیادی در مورد عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر کیفیت تخمک صورت گرفته است ولی مطالعات کمی در مورد اسپرم انجام‌شده که این مسئله لزوم مطالعات بیشتر در مورد اسپرم ماهیان و اثر عوامل مختلف بر کیفیت آنها را نشان می‌دهد.

عوامل تأثیرگذار بر روی کیفیت اسپرم مانند تحرک و حرکت مستقیم که ارتباط مستقیم با لقاح دارند و همچنین ATP که تعیین‌کننده زمان تحرک است، به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدمثل اثرگذارند. ناگفته پیداست که باید شرایط و پارامترهایی بهبود یابند که بر شاخص‌های اسپرمی مؤثر واقع شوند یا از افزودنی‌هایی استفاده گردد که منتج به بهبود این عوامل شود. یکی از افزودنی‌هایی که می‌توانند اثرگذار باشند، مواد آنتی‌اکسیدانی نظیر ویتامین-ها، مواد معدنی و... است که با توجه به اینکه زمانی اسپرم از تحرک بازمی‌ایستد که سطح رادیکال‌های آزاد افزایش یابد و زمانی که رادیکال‌های آزاد اکسیژن افزایش یافت، اسپرم از تحرک بازمی‌ایستد حال با استفاده از مواد آنتی‌اکسیدان که سطح رادیکال‌های آزاد به‌ویژه اکسیداسیون چربی را کاهش می‌دهند می‌توان یکی از عوامل افزایش تحرک اسپرم را ایجاد کرد. همچنین در سال‌های اخیر استفاده از مواد معدنی به‌صورت نانو اثرگذاری بهتری دارد و می‌توان از این مواد در جهت بهبود

[1] polyunsaturated fatty acids
[2] docosahexaenoic *acid*
[3] Arachidonic acid
[4] Eicosapentaenoic acid

کیفیت اسپرم استفاده کرد. ازجمله این مواد استفاده نانو از میکرو المنت‌هاست که می‌توانند پنجره جدیدی از عوامل بهبود دهنده و تأثیرگذار بر اسپرم را باز کنند و گامی دیگر در جهت بهبود آبزی‌پروری به خصوص در صنعت ماهیان دریایی که مطالعات کمی هم در این حوزه انجام شده است و آبزی‌پروری پایدار برداشته شود و این مهم بدون برداشتن گام‌هایی که در حل مشکلات این صنعت و تکمیل زنجیره-های تولید امکان‌پذیر نیست.

منابع :

ALAVI, S.M.H., LINHART, O., COWARD, K. AND RODINA, M. 2008. Fish spermatology: implication for aquaculture management. In: Alavi, S.M.H., Cosson, J., Coward, K. and Rafiee, R (eds). Fish spermatology, Oxford, Alpha Science Internationally Ltd, 39761.

ARAMLI, M.S. AND NAZARI, R.M., 2014. Motility and fertility of cryopreserved semen in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, stored for 30–60 min after thawing. *Cryobiology*, *69*(3), pp.500-502.

BAKER, M.A. AND AITKEN, R.J., 2004. The importance of redox regulated pathways in sperm cell biology. *Molecular and cellular endocrinology*, *216*(1-2), pp.47-54.

BEIRÃO, J.N., DUARTE, J.P. AND STOUFFS, R., 2011. Creating specific grammars with generic grammars: towards flexible urban design. *Nexus Network Journal*, *13*(1), pp.73-111.

BELL, M.V., DICK, J.R., THRUSH, M. AND NAVARRO, J.C., 1996. Decreased 20: 4n− 620: 5n− 3 ratio in sperm from cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax*, broodstock compared with wild fish. *Aquaculture*, *144*(1-3), pp.189-199.

BILLARD, R., COSSON, J. AND CRIM, L.W., 1993. Motility of fresh and aged halibut sperm. *Aquatic Living Resources*, *6*(1), pp.67-75.

CABRITA, E., MARTÍNEZ-PÁRAMO, S., GAVAIA, P.J., RIESCO, M.F., VALCARCE, D.G., SARASQUETE, C., HERRÁEZ, M.P. AND ROBLES, V., 2014. Factors enhancing fish sperm quality and emerging tools for sperm analysis. *Aquaculture*, *432*, pp.389-401.

COSSON, J., 2008. The motility apparatus of fish spermatozoa. In: *Fish spermatology*. S. M. H. Alavi, J. J. Cosson, K. Coward and G. Rafiee (Eds). Alpha Science Ltd., Oxford, pp. 281–316.

DREANNO, C., COSSON, J., SUQUET, M., CIBERT, C., FAUVEL, C., DORANGE, G. AND BILLARD, R., 1999. Effects of osmolality, morphology perturbations and intracellular nucleotide content during the movement of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa. *Reproduction*, *116*(1), pp.113-125.

DREANNO, C., COSSON, J., SUQUET, M., SEGUIN, F., DORANGE, G. AND BILLARD, R., 1999. Nucleotide content, oxidative phosphorylation, morphology, and fertilizing capacity of turbot (*Psetta maxima*) spermatozoa during the motility period. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, *53*(2), pp.230-243.

DREANNO, C., SUQUET, M., QUEMENER, L., COSSON, J., FIERVILLE, F., NORMANT, Y. AND BILLARD, R., 1997. Cryopreservation of turbot (*Scophthalmus maximus*) spermatozoa. *Theriogenology*, *48*(4), pp.589-603.

DREANNO, C., SUQUET, M., FAUVEL, C., LE COZ, J.R., DORANGE, G., QUEMENER, L. AND BILLARD, R., 1999. Effect of the aging process on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) semen. *Journal of Applied Ichthyology*, *15*(6), pp.176-180.

DZYUBA, B., BONDARENKO, O., FEDOROV, P., GAZO, I., PROKOPCHUK, G. AND COSSON, J., 2017. Energetics of fish spermatozoa: the proven and the possible. *Aquaculture*, *472*, pp.60-72.

GALLEGO, V. AND ASTURIANO, J.F., 2018. Sperm motility in fish: technical applications and perspectives through CASA-Mot systems. *Reproduction, Fertility and Development*, *30*(6), pp.820-832.

GASPARINI, C., DOSSELLI, R. AND EVANS, J.P., 2017. Sperm storage by males causes changes in sperm phenotype and influences the reproductive fitness of males and their sons. *Evolution letters*, *1*(1), pp.16-25.

JIANG, M., WU, F., HUANG, F., WEN, H., LIU, W., TIAN, J., YANG, C. AND WANG, W., 2016. Effects of dietary Zn on growth performance, antioxidant responses, and sperm motility of adult blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture*, *464*, pp.121-128.

LABBE, C., CROWE, L.M. AND CROWE, J.H., 1997. Stability of the lipid component of trout sperm plasma membrane during freeze–thawing. *Cryobiology*, *34*(2), 176-182.

LAHNSTEINER, F., BERGER, B., WEISMANN, T. AND PATZNER, R.A., 1998. Determination of semen quality of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by sperm motility, seminal plasma parameters, and spermatozoa metabolism. *Aquaculture*, *163*(1-2), pp.163-181.

MANSOUR, N., RAMOUN, A. AND LAHNSTEINER, F., 2005. Quality of testicular semen of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and its relationship with fertilization and hatching success. *Aquaculture Research*, *36*(14), pp.1422-1428.

MORISAWA, M., SUZUKI, K., SHIMIZU, H., MORISAWA, S. AND YASUDA, K., 1983. Effects of osmolality and potassium on motility of spermatozoa from freshwater cyprinid fishes. *Journal of Experimental Biology*, *107*(1), pp.95-103.

PERCHEC, G., COSSON, J., ANDRE, F. AND BILLARD, R., 1995. Degradation of the quality of carp sperm by urine contamination during stripping. *Aquaculture*, *129*(1-4), pp.135-136.

PUSTOWKA, C., MCNIVEN, M.A., RICHARDSON, G.F. AND LALL, S.P., 2000. Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation. *Aquaculture Research*, *31*(3), pp.297-305.

RANI, K.U. AND MUNUSWAMY, N., 2014. Effect of DNA damage caused by cryopreservation of spermatozoa using a modified Single cell gel electrophoresis in the freshwater catfish. *Journal of Coastal Life Medicine*, *2*(7), pp.515-519.

RURANGWA, E., KIME, D.E., OLLEVIER, F. AND NASH, J.P., 2004. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, *234*(1-4), pp.1-28.

TAKEUCHI, T. AND WATANABE, T., 1982. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, and chum salmon *Oncorhynchus keta*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, *48*, pp.1745-1752.

TSVETKOVA, L.I., COSSON, J., LINHART, O. AND BILLARD, R., 1996. Motility and fertilizing capacity of fresh and frozen-thawed spermatozoa in sturgeons *Acipenser baeri* and *A. ruthenus*. *Journal of Applied Ichthyology*, *12*(2), pp.107-112.

VERMA, D.K., ROUTRAY, P., DASH, C., DASGUPTA, S. AND JK, J.E.N.A., 2009. Physical and biochemical characteristics of semen and ultrastructure of spermatozoa in six carp species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *9*(1).

VILLANI, P. AND CATENA, C., 1991. Crioconservazione di gameti maschili di spigola (*Dicentrarchus labrax* L.): soluzione e metodologie. *Rivista Italiano di Aquacoltura*, *26*, pp.217-226.

WATANABE, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, *73*(1), pp.3-15.

YAMANER, G., MEMIŞ, D. AND BARAN, A., 2015. Sperm quality and effects of different cryomedia on spermatozoa motility in first-time spawning of cultured Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833). *J. Appl. Ichthyol*, *31*(1), pp.71-74.

XU, H., MU, Y., ZHANG, Y., LI, J., LIANG, M., ZHENG, K. AND WEI, Y., 2016. Graded levels of fish protein hydrolysate in high plant diets for turbot (*Scophthalmus maximus*): effects on growth performance and lipid accumulation. *Aquaculture*, *454*, pp.140-147.

ZHANG, J., WANG, X. AND XU, T., 2008. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice. *Toxicological sciences*, *101*(1), pp.22-31.

Factors affecting fish sperm quality in aquaculture

Khademzadeh, O[1*], Kochanian.P[1], Zakeri.M[1], Torfi Mozanzadeh.M[2], Alavi. S. M. H[3]

1- Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran
2- Aquaculture Research Institute of the South of Iran, Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
3- Department of Animal Sciences, Faculty of Biology, Campus of Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding author: omidkhademzade@yahoo.com

Abstract

After being released into the aquatic environment, fish sperm have a limited time to reach the egg, two limiting factors for successful fertilization are the time it takes for the sperm to reach the egg and the other limiting time for the micropile hole to close. Sperm quality is one of the important factors in reproduction, which itself is influenced by various parameters such as motility time, sperm rate, osmolality, sperm concentration in semen, and ATP. In addition, nutritional parameters such as vitamins, minerals, and fatty acids are involved in increasing sperm quality. It is very important to study the parameters and factors affecting sperm quality because the reproduction and reproduction of fish are the most important production links in aquaculture. Also, studies on marine fish are much less than freshwater fish, and research in this area is needed for sustainable aquaculture.

Key words: Sperm quality, motility time, sperm velocity, minerals, sustainable aquaculture