نشریه علوم دامی

شماره ۱٤٦، بهـــار ۱٤۰٤
ص‌ص: ۱۰۳~۱۱۰

تأثیر خوراندن نانو ذرات روی بر قابلیت سردسازی اسپرم در قوچ زندی

• **گل افشان‌مهکی**[۱]، **منوچهر سوری** (نویسنده مسئول)[۱]، **رضا مسعودی**[۲]، **نادر اسدزاده**[۲]

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۸۳۳۸۳۲۴۸۲۰

Email: m.souri@razi.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2024.366084.2402

چکیده

هدف این مطالعه بررسی حفظ کیفیت اسپرم قوچ طی فرآیند سردسازی با خوراندن نانو ذارت روی بود. در این آزمایش ۱۵ رأس قوچ نژاد زندی به سه گروه مساوی تقسیم شدند و به مدت ٦۰ روز جیره‌های حاوی صفر، ۳۵ و ۷۰ میلی گرم بازای هر کیلوگرم نانو روی را دریافت نمودند. پس از دوره خوراک دهی از قوچ های هر گروه از اسپرم‌های جمع‌آوری شده پس از رقیق سازی در دمای ٤ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت ذخیره شدند. کیفیت اسپرم در زمان‌های صفر، ۲٤ و ٤۸ ساعت سردسازی مورد ارزیابی آزمایشگاهی قرار گرفتند و فراسنجه‌های جنبایی کل، جنبایی پیشرونده، زنده‌مانی، سلامت غشا، فعالیت میتوکندری و میزان پراکسیداسیون لیپید مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد در زمان‌های صفر، ۲٤ و ٤۸ ساعت سردسازی، حفظ جنبایی کل، جنبایی پیشرونده، زنده‌مانی، سلامت غشا و همچنین کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی در اسپرم سردشده قوچ با مصرف ۷۰ میلی گرم بازای هر کیلوگرم نانو روی حاصل شد (P<۰/۰۵). نتیجه‌گیری کلی اینکه استفاده از تیمار نانو روی در جیره قوچ می‌تواند راهکاری مناسب در جهت حفظ کیفیت اسپرم قوچ در هنگام فرآیند سردسازی اسپرم باشد.

واژه‌های کلیدی: اسپرم، سردسازی، قوچ، نانو روی.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 146 pp: 103-110

The effects of feeding zinc nanoparticles on cooling ability of sperm in Zandi ram

By: Golafshan Mahaki[1], Manouchehr Souri*[1], Reza Masoudi[1], Nader Asadzadeh[2]
1:Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Razi, Kermanshah, Iran
2:Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: April 2024 **Accepted: August 2024**

This study aimed to evaluate sperm quality preservation in sheep using dietary Zinc nanoparticles during the chilling process. In this experiment, 15 adult rams were divided into 3 equal groups and received 0, 35 and, 70 ppm Zinc nanoparticles (50 nm), respectively. Then, semen samples were collected and after dilution in a cooling extender were stored at 4 ˚C until 48 hours. Sperm quality was evaluated at 0, 24 and, 48 hours after chilling and, quality parameters such as total motility, progressive motility, viability, membrane integrity, mitochondrial activity and, lipid peroxidation were assessed. As result, during evaluation times (0, 24 and, 48 hours) of cooling periods, using treatment 70 increased total motility, progressive motility, viability, membrane integrity, mitochondrial activity and decreased lipid peroxidation in ram- chilled sperm. In conclusion, it was observed that using Zinc nanoparticles in animal ration could be a suitable method to conserve ram sperm quality during the chilling process.

Key words: Sperm, Chilling, Ram, Zinc nanoparticles

مقدمه

روی یک عنصر کم مصرف و ضروری برای تمام موجودات زنده می‌باشد که مقادیر کم آن ضروری است اما استفاده بیش از حد آن سمی بوده و قادر به القای آپوپتوز و نکروز می‌باشد. روی به عنوان کوفاکتور بیش از ۳۰۰ متالوآنزیم شرکت‌کننده در متابولیسم پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، رونویسی DNA، و سنتز پروتئین عمل می‌کند (Yang و همکاران، ۲۰۰۹). متالو آنزیم‌هایی از جمله فسفاتاز، کربنیک‌آنهیدراز و الکل‌دهیدروژناز حاوی روی هستند. فعالیت این آنزیم‌ها وابسته به اثر این ماده معدنی است. بعضی از اثرات این متالوآنزیم‌ها در دستگاه تناسلی رخ می‌دهد (Underwood و Somers، ۱۹۶۹). روی نقش فیزیولوژیک بسیار مهمی بر عملکرد سلول اسپرم دارد که شامل تأثیر بر تحرک و مورفولوژی طبیعی آن‌هاست. کاهش سطح روی موجب کاهش کیفیت اسپرم و مایع منی می‌گردد و در نتیجه شانس باروری کاهش می‌یابد. همچنین عنصر روی نقش کلیدی در پایداری غشا و خصوصیات مکانیکی فیبرهای ضمیمه، مورفولوژی دم و تحرک اسپرم ایفا می‌کند. خاصیت ضدباکتریایی پلاسمای منی ناشی از وجود عنصر روی در آن است (Lewis-Jones و همکاران ۱۹۹۶). به نظر می‌رسد که عنصر روی جزو مهمترین عناصر معدنی مورد نیاز برای عملکرد جنسی حیوان نر باشد. نقش کلیدی روی ناشی از حضور آن به عنوان بخش حیاتی آنزیم‌های مؤثر در تولید هورمون‌های جنسی است (Lewis-Jones و همکاران ۱۹۹۶). این عنصر برای متابولیسم تستوسترون، رشد بیضه‌ها، تولید اسپرم و نیز کاستن استروژن مازاد در بافت‌های تولیدمثلی جنس نر مورد نیاز است (Amem و Al-Daraji، ۲۰۱۱). مشخص شده است که عنصر روی برای افزایش میل جنسی در جنس نر نقش مهمی دارد.

سالم بودن DNA اسپرم برای انتقال موفقیت‌آمیز مواد ژنتیکی به نسل بعد ضروری است. شواهد زیادی وجود دارد که اسپرم هنگام انجماد دچار آسیب‌های اکسیداتیو می‌شود. وجود اسیدهای چرب غیر اشباع درغشای پلاسمایی اسپرم آن را در برابر رادیکال‌های

آزاد بسیار حساس می‌کند. بنابراین اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع سبب قطعه قطعه شدن رشته DNA می‌شود. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که آسیب رساندن به DNA اسپرم دارای اثرات منفی بر باروری اسپرم، درصد آبستنی و درصد زنده‌مانی رویان است. انجماد باعث ناپایداری کروماتین اسپرم و آپوپتوزیس اسپرم می‌شود (Masoudi وهمکاران ۲۰۲۲). بنابراین رایج‌ترین روش حفاظت از DNA اسپرم در طول انجماد-یخ‌گشایی استفاده از مواد جاذب رادیکال‌های آزاد در محیط کشت اسپرم است. روی علاوه بر پایداری کروماتین اسپرم، عملکرد میتوکندری را به طور قابل توجهی بالا می‌برد. روی باعث تثبیت ماکرومولکول‌های RNA، DNA و پروتئین‌ها می‌شود (Kotdawala و همکاران ۲۰۱۲).

دراسپرم فعالیت بالایی از ایزوآنزیم CU/ZN سوپراکسیددیسموتاز به اثبات رسیده است (Mennella و Jones، ۱۹۸۰) و مطالعات زیادی در مورد نقش آن به عنوان آنتی‌اکسیدان در بیولوژی تولید مثل صورت گرفته است. عنصر روی جزء ضروری و یکی از کوفاکتورهای آنزیم سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد که سبب دیسموتاسیون سوپراکسیدهای ناشی از متابولیسم هوازی شده و آن را به هیدروژن و پراکسید اکسیژن تبدیل می‌کند. روی علاوه بر نقش کوفاکتوری برای سوپراکسید دیسموتاز با القای سیگنال‌های پاسخ به استرس در مقابله با استرس اکسیداتیو نقش دارد (Klotz وهمکاران، ۲۰۰۳). برخی شواهد نشان می‌دهند که روی به صورت درون‌تنی به عنوان پاکسازی‌کننده سوپراکسید تولید شده توسط اسپرم‌های ناقص یا لوکوسیت‌ها عمل می‌کند. سایر مطالعات نشان داده‌اند که روی قادر است رادیکال‌های آزاد القا شده با عوامل مختلف از جمله اشعه‌های یونیزان را پاکسازی نموده و سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید شود (Dani و Dhawan، ۲۰۰۵).

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات تغذیه سطوح صفر، ۳۵ و ۷۰ میلی گرم در کیلوگرم نانو ذارت روی بر جنبایی، سلامت غشا، مورفولوژی، زنده‌مانی، فعالیت میتوکندریایی و پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی اسپرم قوچ پس از فرایند سردسازی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۱۵ رأس قوچ نژاد زندی ۳-۴ ساله با میانگین وزنی ۶۰ کیلوگرم به سه گروه پنج راسی تقسیم و به مدت ۶۰ روز جیره‌های حاوی سطوح صفر (تیمار صفر)، ۳۵ (تیمار ۳۵) و ۷۰ (تیمار ۷۰) میلی گرم بازای هر کیلوگرم نانو روی را دریافت نمودند (نانو ذرات روی از در ابعاد ۵۰ نانو متر از شرکت نانوزینو واقع در بلوار پژوهش تهران تهیه شده به صورت مایع یک نوبت در روز در زمان خوراک دهی توسط سرنگ به دهان دام وارد شده است). پس از دوره خوراک‌دهی و مصرف ۶۰ روزه نانو ذارت روی از قوچ‌های هر گروه اسپرم جمع آوری شده (۶ تکرار از هر تیمار) و پس از رقیق‌سازی در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت ذخیره شدند (در ابتدای دوره خوراک دهی هر ۱۰ روز یکبار از قوچ‌ها اسپرم گیری انجام شد و مورد ارزیابی قرار گرفت). رقیق کننده پایه شامل ۲/۷ گرم تریس، ۱ گرم فروکتوز و ۱/۴ گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر بود.

نمونه‌های منی دوبار در هفته با استفاده از واژن مصنوعی جمع-آوری شد. بلافاصله پس از جمع‌آوری منی، نمونه‌ها داخل بن-ماری با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌های منی گرفته شده در هرگروه تیماری در هر نوبت با هدف از میان برداشتن اثرات فردی با یکدیگر آمیخته شدند. قبل از مخلوط شدن نمونه‌های اسپرم، ارزیابی‌های اولیه روی آن‌ها صورت گرفت و فقط از نمونه‌هایی برای ادامه استفاده شد که دارای اسپرم‌های با جنبایی بیش از ۷۰ درصد بودند. رقیق‌سازی به نسبت یک حجم منی و ۱۰ حجم رقیق کننده در دمای اتاق انجام شد، طوری که غلظت نهایی اسپرم ۴۰۰ میلیون در هر میلی‌لیتر باشد. تعداد اسپرم در انزال با استفاده از لام نئوبار زیر میکروسکوپ نوری شمارش شد.

فراسنجه‌های کیفی اسپرم شامل جنبایی کل، جنبایی پیشرونده، زنده‌مانی، سلامت غشاء، فعالیت میتوکندری و میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی اسپرم در زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از ذخیره‌سازی سرمایی ارزیابی شدند.

به منظور بررسی ویژگی‌های حرکتی اسپرم در گروه‌های مختلف،

نرم افزار کامپیوتری آنالیز جنبایی اسپرم مورد استفاده قرار گرفت و فراسنجه‌های جنبایی کل (TM) و جنبایی پیش‌رونده (PM) ثبت و گزارش شدند (Khodaei و همکاران، ۲۰۲۲).

برای ارزیابی زنده‌مانی از رنگ‌آمیزی ائوزین-نیگروزین استفاده شد و از هر نمونه ۲۰۰ اسپرم شمارش شد و درصد اسپرم‌های رنگی (مرده) و رنگ نشده (زنده) محاسبه شد. اسپرم‌هایی که رنگ به خود نگرفته بودند و یا تنها بخشی از گردن آن‌ها رنگ گرفته بود به عنوان اسپرم زنده در نظر گرفته شد (Masoudi وهمکاران، ۲۰۲۲).

برای بررسی فعالیت و یکپارچگی غشاء از تست تورم هیپواسموتیک استفاده شد. تست هاست بر اساس اسمولاریتی محیطی که اسپرم در آن قرار می‌گیرد عمل می‌کند. تعداد ۲۰۰ اسپرم شمارش‌شد و سپس درصد اسپرم‌های با غشای سالم و آسیب‌دیده محاسبه شد (Khodaei و همکاران، ۲۰۲۲).

فعالیت میتوکندریایی با استفاده از رودامین-۱۲۳و به‌وسیله دستگاه فلوسایتومتری اندازه‌گیری شد. در نمودار دستگاه فلوسایتومتر نمونه رودامین مثبت و PI منفی ($R123^{+}/PI^{-}$) ، به عنوان نمونه دارای میتوکندری فعال و نمونه رودامین مثبت و PI مثبت ($R123^{+}/PI^{+}$) به عنوان میتوکندری غیر فعال در نظر گرفته شد (Khodaei و همکاران، ۲۰۲۲).

اندازه‌گیری غلظت MDA با اسید تیوباربیوتوریک (TBA) یکی از رایج‌ترین روش‌های بررسی نرخ پراکسیداسیون لیپیدها است. یک مولکول MDA با دو مولکول TBA واکنش می‌دهد و فرآورده این واکنش، مولکولی صورتی رنگ است که بیشترین جذب را در طول موج ۵۳۲ نانومتر دارد (Masoudi وهمکاران، ۲۰۲۲).

آنالیز آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد. آیا میانگین وزن قوچ های هر گروه بعنوان عامل کواریت در نظر گرفته شد؟

نتایج

نتایج مربوط به جنبایی کل و پیشرونده اسپرم قوچ پس از صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت سردسازی در جدول شماره یک نشان داده شده است. نتایج نشان داد، به طور کلی با افزایش زمان ذخیره‌سازی اسپرم، میزان توانایی جنبایی کل و پیشرونده اسپرم نسبت به زمان استحصال منی کاهش یافت، اما استفاده از تیمار ۷۰ بالاترین درصد جنبایی کل و پیشرونده را در زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از سردسازی به همراه داشت که این اختلاف در مقایسه با سایر گروه‌ها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به زنده‌مانی و سلامت غشاء اسپرم قوچ پس از سردسازی در جدول دو نشان داده شده است. در زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از سردسازی، نتایج تست هاست و ائوزین-نیگروزین نشان داد که در مورد سلامت غشاء و زنده‌مانی اسپرم بیشترین درصد اسپرم زنده و با غشاء سالم مربوط به تیمار ۷۰ بوده که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی و فعالیت میتوکندری اسپرم قوچ پس از صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت سردسازی در جدول شماره سه نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد استفاده از تیمار ۷۰ در هر سه زمان صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت سردسازی موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی می‌شود ($P<۰/۰۵$). بیشترین درصد فعالیت میتوکندری نیز مربوط به تیمار ۷۰ بوده که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بوده است ($P<۰/۰۵$).

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف نانو روی برفراسنجه‌های حرکتی اسپرم پس از فرایند سردسازی

فراسنجه	جنبایی اسپرم (٪)			جنبایی پیش‌رونده اسپرم (٪)		
تیمار (ppm)	۰ h	۲۴ h	۴۸h	۰h	۲۴h	۴۸ h
۰	۷۶/۰^{c}	۴۹/۳^{c}	۲۸/۰^{c}	۵۰/۳^{c}	۲۸/۰^{c}	۱۵/۱^{c}
۳۵	۸۱/۰^{b}	۵۲/۰^{b}	۳۰/۵^{b}	۵۴/۱^{b}	۳۱/۵^{b}	۱۸/۶^{b}
۷۰	۸۴/۸^{a}	۵۵/۶^{a}	۳۴/۳^{a}	۵۸/۰^{a}	۳۴/۳^{a}	۲۳/۱^{a}
SEM	۰/۵	/۱	۱/۰	/۸	/۱	۰/۸

حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارها در هر ستون است (P≤۰/۰۵).

جدول ۲- اثر غلظت‌های مختلف نانو روی بر زنده‌مانی و سلامت غشاء اسپرم پس از فرایند سردسازی

فراسنجه	زنده مانی (٪)			سلامت غشاء (٪)		
تیمار (ppm)	۰ h	۲۴ h	۴۸h	۰h	۲۴h	۴۸ h
۰	۸۱/۳^{c}	۵۱/۵^{c}	۳۰/۸^{c}	۸۱/۰^{c}	۵۰/۸^{c}	۳۰/۱^{b}
۳۵	۸۴/۵^{b}	۵۴/۰^{b}	۳۳/۰^{b}	۸۳/۶^{b}	۵۳/۳^{b}	۳۲/۶^{ab}
۷۰	۸۸/۶^{a}	۵۷/۶^{a}	۳۶/۰^{a}	۸۷/۵^{a}	۵۶/۱^{a}	۳۵/۶^{a}
SEM	۰/۸	/۲	۱/۱	۱/۰	/۵	/۵

حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارها در ستون است(P≤۰/۰۵).

جدول ۳- اثر غلظت‌های مختلف نانو روی بر غلظت MDA تولیدی و فعالیت میتوکندری اسپرم پس از فرایند سردسازی

فراسنجه	غلظتMDA (nmol/ml)			فعالیت میتوکندریایی اسپرم (٪)		
تیمار (ppm)	۰ h	۲۴ h	۴۸ h	۰ h	۲۴ h	۴۸ h
۰	۴/۴۰^{c}	۶/۸۵^{b}	۸/۱۵^{b}	۷۰/۷^{c}	۵۰/۱^{c}	۳۲/۳^{b}
۳۵	۳/۸۵^{b}	۶/۳۰^{a}	۷/۶۲^{a}	۷۳/۵^{b}	۵۳/۸^{b}	۳۵/۳^{b}
۷۰	۳/۱۵^{a}	۵/۸۵	۷/۰۵^{b}	۷۶/۱^{a}	۵۵/۸^{a}	۳۸/۱^{a}
SEM	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۲	/۶	/۹	/۰

حروف غیر مشترک نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان تیمارها در ستون است(P≤۰/۰۵).

بحث

افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به منی جهت ذخیره‌سازی اسپرم به عنوان یک راه‌کار عملی برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سردسازی و انجماد مورد توجه قرار گرفته است (Bréque وهمکاران، ۲۰۰۳). عنصر روی نقش فیزیولوژیک بسیار مهمی بر عملکرد اسپرم دارد. روی به دلیل خصوصیات آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در مهار گونه‌های فعال اکسیژن دارد. کمبود روی در بدن با اختلال در سازوکار تدافعی و تهاجمی آنتی‌اکسیدان‌ها بازده اثر آن‌ها را کاهش می‌دهد. افزودن روی به محیط رقیق‌سازی اسپرم و یا تغذیه از آن، موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اسپرم شده و لیپیدهای غشاء اسپرم را از پراکسیداسیون محافظت می‌کند (Hidiroglou و Knipfel، ۱۹۸۴). روی علاوه بر نقش کوفاکتوری برای این آنزیم با القای سیگنال‌های پاسخ به استرس در مقابله با استرس اکسیداتیو نقش دارد. علاوه بر این به عنوان بخشی از سیستم آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون‌پراکسیداز برای فعالیت بهینه این آنزیم ضروری می‌باشد (Klotz و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه بر این وجود عنصر روی برای تولید اسپرم و همچنین تقسیم سلولی ضروری است (Amem و Al-Daraji، ۲۰۱۱).

یکی از مهمترین عواملی که نشان‌دهنده سردسازی موفقیت‌آمیز است، تحرک اسپرم پس از فرایند سردسازی است. زیرا اگر اسپرم از هر لحاظ سالم باشد، ولی تحرک نداشته باشد اسپرم کارامدی نخواهد بود و در لقاح موفقیتی حاصل نمی‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از تیمار ۷۰ موجب بهبود جنبایی و جنبایی پیش‌رونده اسپرم پس از سردسازی شد. این نتایج با یافته‌های سایر محققین در ارتباط با اثر نانوذرات روی بر فراسنجه‌های حرکتی اسپرم انسان مطابقت دارد (Mankad و همکاران، ۲۰۰۶).

عنصر روی در ارتباط با ATP است و در انقباض میکروتوبول‌های دم و تنظیم انرژی فسفولیپیدهای آن نقش دارد و بنابراین تأثیر مستقیمی بر تحرک اسپرم دارد (Lewis-Jones و همکاران، ۱۹۹۶). نانو روی نسبت به روی ذرات ریزتری دارد و بیشتر می‌تواند به داخل سلول نفوذ کند و عملکرد میتوکندری را که غنی از ATP و متالوآنزیم سوپراکسیددیسموتاز که عنصر روی را در جایگاه فعال خود دارد را تغییر داده و موجب افزایش تحرک اسپرم شود. هم چنین بعضی از متالوآنزیم‌ها شامل لاکتات‌دهیدروژناز و سوربیتول‌دهیدروژناز حاوی روی هستند و موجب افزایش جنبایی اسپرم می‌شوند (Kotdawala و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه بر این نانوذرات روی موجب مهار رشد باکتری‌های استافیلوکوک‌اورئوس، سودوموناس‌آئروژینوزا و ساکارومایسس‌سرویزیه شده و با حذف باکتری‌های مصرف‌کننده مواد مغذی رقیق‌کننده موجب قرارگیری منابع انرژی در اختیار اسپرم و حفظ تحرک آن می‌شود (Zvekić وهمکاران، ۲۰۱۱).

در ارتباط با سایر فراسنجه‌های کیفی اسپرم سرد شده، نتایج آزمایشات نشان داد استفاده از نانوذرات روی در مقایسه با گروه شاهد موجب بهبود سلامت غشاء، فعالیت میتوکندری و زنده‌مانی اسپرم و کاهش تولید مالون‌دی‌الدهید پس از سردسازی شد. این نتایج با نتایج مطالعات مانکاد و همکاران (۲۰۰۶) در انسان مطابقت داشت (Mankad و همکاران، ۲۰۰۶).

از آثار اکسیداسیون لیپید تخریب اسیدهای چرب غیر اشباع و تولید مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و ۴- هیدروکسی‌نونال است. از آنجایی که وجود اسیدهای چرب غیر اشباع برای حفظ سیالیت غشاء اسپرم ضروری هستند، می‌توان دلیل اصلی کاهش فراسنجه‌های کیفی اسپرم در طی سرد سازی و انجماد را به بروز فرایند پراکسیداسیون لیپید نسبت داد (Baumber و همکاران، ۲۰۰۰)، کمبود عنصر روی باعث تغییر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی می‌شود. روی سنتز متالوتیونین پروتئینی غنی از سیستئین را افزایش می‌دهد که یک عامل از بین برنده‌ی رادیکال آزاد در سلول می‌باشد (Prasad ، ۱۹۹۳). بر اساس شواهد موجود، یکی از راه‌های مقابله با اثرات استرس اکسیداتیو مصرف عوامل آنتی-اکسیدانی است. ثابت شده شده است نانواکسیدروی توانایی افزایش کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز را دارد (Dawei و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، خوراندن نانو ذرات روی

(با ابعاد ۵۰ نانومتر) موجب بهبود فراسنجه‌های حرکتی و همچنین افزایش سلامت غشاء، فعالیت میتوکندریایی و زنده‌مانی اسپرم و کاهش میزان تولید مالون‌دی‌آلدهید به عنوان شاخصی از پراکسیداسیون لیپید پس از فرایند سردسازی اسپرم شد. در نتیجه با استفاده از خواص محافظتی و آنتی‌اکسیدانی نانوذرات روی در مقایسه با اشکال غیر نانوروی در فرایند سردسازی اسپرم، می‌توان بازده تولیدمثلی اسپرم قوچ را بهبود بخشید.

منابع

Amem, M. H., & Al-Daraji, H. J. (2011). Effect of dietary zinc on semen quality of Cobb 500 broiler breeder males. *International Journal of poultry science*, *10*(6), 477-482.

Baumber, J., Ball, B. A., GRAVANCE, C. G., Medina, V., & Davies-Morel, M. C. (2000). The effect of reactive oxygen species on equine sperm motility, viability, acrosomal integrity, mitochondrial membrane potential, and membrane lipid peroxidation. *Journal of andrology*, *21*(6), 895-902.

Bréque, C., Surai, P., & Brillard, J. P. (2003). Roles of antioxidants on prolonged storage of avian spermatozoa in vivo and in vitro. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, *66*(3), 314-323.

Dani, V., & Dhawan, D. K. (2005). Radioprotective role of zinc following single dose radioiodine exposure to red blood cells of rats. *Indian Journal of Medical Research*, *122*(4), 338.

Dawei, A. I., Zhisheng, W., & Anguo, Z. (2010). Protective effects of Nano-ZnO on the primary culture mice intestinal epithelial cells in in vitro against oxidative injury. *World Journal of Agricultural Sciences*, *6*(2), 149-153.

Hidiroglou, M., & Knipfel, J. E. (1984). Zinc in mammalian sperm: a review. *Journal of dairy science*, *67*(6), 1147-1156.

Khodaei-Motlagh, M., Masoudi, R., Karimi-Sabet, M. J., & Hatefi, A. (2022). Supplementation of sperm cooling medium with Zinc and Zinc oxide nanoparticles preserves rooster sperm quality and fertility potential. *Theriogenology*, *183*, 36-40.

Klotz, L. O., Kröncke, K. D., Buchczyk, D. P., & Sies, H. (2003). Role of copper, zinc, selenium and tellurium in the cellular defense against oxidative and nitrosative stress. *The Journal of nutrition*, *133*(5), 1448S-1451S.

Kotdawala, A. P., Kumar, S., Salian, S. R., Thankachan, P., Govindraj, K., Kumar, P., ... & Adiga, S. K. (2012). Addition of zinc to human ejaculate prior to cryopreservation prevents freeze-thaw-induced DNA damage and preserves sperm function. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, *29*, 1447-1453.

Lewis-Jones, D. I., Aird, I. A., Biljan, M. M., & Kingsland, C. R. (1996). Andrology: Effects of sperm activity on zinc and fructose concentrations in seminal plasma. *Human reproduction*, 11(11), 2465-2467. doi: 10.1093/oxfordjournals.humrep.a019138.

Mankad, M., Sathawara, N. G., Doshi, H., Saiyed, H. N., & Kumar, S. (2006). Seminal plasma zinc concentration and α-glucosidase activity with respect to semen quality. *Biological trace element research*, *110*, 97-106.

Masoudi, R., Esmaeilkhanian, S., Sharafi, M., Abdollahi, Z., Jafari, V., Hatefi, A., ... & Banabazi, M. H. (2022). Cysteamine enhances quality and fertility potential of rooster semen in cooled storage. *Theriogenology*, *177*, 29-33.

Mennella, M. R. F., & Jones, R. (1980). Properties of spermatozoal superoxide dismutase and lack of involvement of superoxides in metal-ion-catalysed lipid-peroxidation and reactions in semen. *Biochemical Journal*, *191*(2), 289-297.

Prasad, A. S. (1993). Essentiality and toxicity of zinc. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 134-136.

Underwood, E. J., & Somers, M. (1969). Studies of zinc nutrition in sheep. I. The relation of zinc to growth, testicular development, and spermatogenesis in young

rams. *Australian Journal of Agricultural Research*, *20*(5), 889-897.

Yang, H., Roberts, L. J., Shi, M. J., Zhou, L. C., Ballard, B. R., Richardson, A., & Guo, Z. M. (2004). Retardation of atherosclerosis by overexpression of catalase or both Cu/Zn-superoxide dismutase and catalase in mice lacking apolipoprotein E. *Circulation research*, *95*(11), 1075-1081.

Zvekić, D., Srdić, V. V., Karaman, M. A., & Matavulj, M. N. (2011). Antimicrobial properties of ZnO nanoparticles incorporated in polyurethane varnish. *Processing and Application of Ceramics*, *5*(1), 41-45.