



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian
Aquaculture Society

Aquatic Animals Nutrition

Vol. 9, No. 4, 2024, pages: 87-98

DOI: 10.22124/janb.2024.26542.1233



RESEARCH PAPER

OPEN ACCESS

Investigation of antioxidant capacity in farmed beluga (*Huso huso*) fingerling fed with *Echinacea purpurea* and garlic (*Allium sativum*) powder extracts

Soheil Bazari Moghadam, Forouzan Bagherzadeh Lakani, Jalil Jalilpoor, Mehdi Masoumzadeh

Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Guilan, Iran

Received 30 October 2023

Revised 16 December 2023

Accepted 19 December 2023

KEYWORDS ABSTRACT

Beluga
Antioxidant
enzymes
Medicinal
plants
Garlic
*Echinacea
purpurea*

Introduction: Excessive use of synthetic drugs brings numerous disadvantages for the environment and health, so the need to formulate alternative strategies in the management of fish diseases in aquaculture increases. Studies show that both *Allium sativum* and *Echinacea purpurea* have antioxidant properties that can increase the activity of antioxidant enzymes in fish. So, this study was performed to evaluate the effects of two types of powdered extract *Echinacea* and garlic on antioxidant capacity of farmed beluga *Huso huso* during a two-month period.

Materials and methods: A total of 210 fish with an average weight of 27.74 ± 0.26 g were randomly placed in twenty one 500-L fiberglass tanks, and fed with basal diet supplemented with powder extracts in seven treatments (with three replications) including control (without adding garlic and *E. purpurea*), treatment 1 = 250 mg/kg garlic, treatment 2 = 500 mg/kg garlic, treatment 3 = 1000 mg/kg garlic, treatment 4 = 250 mg/kg *E. purpurea*, treatment 5 = 500 mg/kg *E. purpurea*, treatment 6 = 1000 mg/kg *E. purpurea* for 8 weeks. At the end of experiment, the amount of catalase, GPX, SOD and MDA enzymes was measured in six fish per treatment.

Results and discussion: The results showed that the amount of catalase, SOD and MDA in the blood serum in the treatments increased compared to the control. The catalase level in treatment 5 was significantly higher than in the other treatments, while the lowest in control and treatment 1. The SOD levels in treatments 2, 3, 5 and 6 were significantly higher than in the others, while the lowest amount in the control. The amount of MDA in treatments 3, 5 and 6 was significantly higher than in others, while the lowest in the control. The GPX

levels in fish blood serum in treatments 6, 5 and 4 were significantly higher than in the others, while the lowest in treatments 1, 2 and 3.

Conclusions: The result showed that supplementation of 1000 mg/kg *Echinacea purpurea* powder extract is more effective in improving antioxidant capacity in reared beluga.

Conflicts of interest: Authors have no conflict of interest to declare for the publication of the present work

Funding: This article is a part of the project number 2-32-12-005-980071, which was carried out with the agricultural research education and extension organization (AREEO).

Acknowledgments: The authors are grateful to researchers of the International Sturgeon Research Institute for their support during this study.

*Corresponding author: soheilbm274@gmail.com





"مقاله پژوهشی"

بررسی ظرفیت ضد اکسایشی در فیل ماهی (*Huso huso*) پرورشی تغذیه شده با عصاره‌های پودری سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و سیر (*Allium sativum*)

سهیل بازاری مقدم، فروزان باقرزاده لاکانی، جلیل جلیل پور، مهدی معصوم زاده

بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸

کلمات کلیدی

فیل ماهی

آنزیم‌های

ضداکسیدان

سیر

سرخارگل

چکیده

استفاده بیش از حد از داروهای مهندسی شده، معایب بی‌شماری را برای محیط‌زیست و سلامتی به همراه دارد. با توجه به معایب بی‌شمار داروهای صنعتی، نیاز به تدوین برنامه‌های جایگزین در مدیریت بیماری‌های ماهیان در آبی‌پروری افزایش می‌یابد. این تحقیق به منظور ارزیابی اثرات دو نوع عصاره پودری سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و سیر (*Allium sativum*) بر آنزیم‌های ضداکسایشی بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی، طی دوره پرورش دو ماهه انجام شد. به این منظور، ۲۱۰ عدد فیل‌ماهی با میانگین وزنی ۰/۲۶ ± ۲۷/۷۴ گرم به طور تصادفی در ۲۱ مخزن فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری در ۷ تیمار مختلف با ۳ تکرار شامل شاهد (بدون افزودن سیر و سرخارگل)، تیمار ۱= ۲۵۰ میلی‌گرم عصاره پودری سیر در یک کیلوگرم غذا، تیمار ۲= ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره پودری سیر در یک کیلوگرم غذا، تیمار ۳= ۱۰۰۰ میلی‌گرم عصاره پودری سیر در یک کیلوگرم غذا، تیمار ۴= ۲۵۰ میلی‌گرم عصاره پودری سرخارگل در یک کیلوگرم غذا، تیمار ۵= ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره پودری سرخارگل در یک کیلوگرم غذا، تیمار ۶= ۱۰۰۰ میلی‌گرم عصاره پودری سرخارگل در یک کیلوگرم غذا به مدت ۸ هفته مطالعه شد. در پایان دوره پرورش، میزان کاتالاز، SOD و MDA سرم خون ماهیان در تیمارها نسبت به شاهد روند افزایش داشته است. میزان کاتالاز در تیمار ۵ به شکل معنی‌داری بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان کاتالاز در شاهد و تیمار ۱ مشاهده شد. میزان SOD در تیمارهای ۲، ۳، ۵ و ۶ به شکل معنی‌داری بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان SOD در شاهد مشاهده شد. میزان MDA در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ به شکل معنی‌داری کمتر از دیگر تیمارها بود و بیشترین میزان MDA در شاهد مشاهده شد. میزان GPX سرم خون ماهیان در تیمارهای ۶، ۵ و ۴ به شکل معنی‌داری بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان GPX در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن ۱۰۰۰ میلی‌گرم عصاره پودری سرخارگل در یک کیلوگرم غذا بهترین عملکرد را در بهبود ظرفیت ضداکسایشی فیل‌ماهی پرورشی داشت.

مقدمه

دستگاه دفاعی بدن در برابر انواع آلاینده‌ها و سموم است و مهمترین آنزیم‌های ضداکسیدانی آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتایون هستند (Almeida et al. 2007).

استفاده بیش از حد از داروهای صناعی، معایب بی‌شماری را برای محیط‌زیست و سلامتی به همراه دارد. به عنوان مثال، استفاده زیاد از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به باقی‌ماندگی در بافت عضله (-Romero, Cabello et al. 2006; Ormazabal et al. 2012) و ایجاد سویه‌های باکتری مقاوم شده است (Miranda and Zemelman, 2010; Seyfried et al. 2002). با توجه به معایب بی‌شمار داروهای صناعی، نیاز به تدوین برنامه‌های جایگزین در مدیریت بیماری‌های ماهیان در آبی‌پروری افزایش می‌یابد. در همین راستا، استفاده از افزودنی‌های غذایی در مزارع پرورش ماهی یکی از روش‌هایی است که معمولاً برای افزایش وزن، کارایی تغذیه و مقاومت در برابر بیماری در ماهیان پرورشی استفاده می‌شود (Akrami et al. 2015). در همین راستا، سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و سیر (*Allium sativum*) برای مزایای بالقوه آن‌ها در آبی‌پروری مطالعه شده‌اند. سرخارگل و سیر می‌توانند به عنوان یک محرک ایمنی عمل کنند و پاسخ ایمنی ماهی‌ها را بهبود بخشند و به محافظت از آن‌ها در برابر بیماری کمک کنند (Aly and Mohamed, 2012; Lee and Gao, 2010). از سوی دیگر سرخارگل و سیر وزن ماهی را افزایش داده و میزان بقای ماهی را بهبود می‌بخشند (Bazari Moghaddam et al., 2022). Delgado و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که سیر دارای خواص ضد انگلی است، که می‌تواند به محافظت از موجودات آبی در برابر انگل‌ها کمک کند. در دیگر مطالعات در مورد اثرات عصاره پودری سرخارگل و سیر بر روی آنزیم‌های ضداکسیدانی ماهی نیز اشاره شده است. Aly و Mohamed (۲۰۱۰) کارایی رژیم‌های حاوی سرخارگل و سیر را برای تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) ارزیابی کردند. در مطالعه دیگر، Adineh و همکاران (۲۰۲۰) اثرات عصاره سیر ریز کپسوله شده^۱ را بر روی ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی کردند. Raissy و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری در مورد اثرات سرخارگل بر رشد و سلامت

ماهیان خاویاری متعلق به قدیمی‌ترین گروه ماهیان غضروفی-استخوانی بوده و به طور شگفت‌انگیزی با شرایط محیطی سازش یافته‌اند. این ماهیان در مقایسه با ماهیان استخوانی دارای برتری‌هایی شامل دامنه وسیع درجه حرارت تخم‌ریزی، طولانی بودن لقاح اسپرم و تخم در آب، عادت‌پذیر شده به شوری زود هنگام بچه ماهیان جوان، طیف وسیع تغذیه‌ای، انعطاف‌پذیری بوم‌شناختی (وجود گونه‌های مهاجر، نیمه مهاجر و آب شیرین) هستند (نظری و همکاران، ۱۳۸۵). در ایران، گونه فیل‌ماهی از گونه‌های با ارزش تجاری است که از استعداد قابل توجهی برای پرورش در شرایط محصور برخوردار است. رشد سریع، رسیدگی جنسی در شرایط اسارت، گستردگی و تنوع در رژیم غذایی موجب شده است که این گونه به عنوان یکی از گونه‌های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری معرفی شود (Mohseni et al. 2021).

آلودگی ماهیان به عوامل بیماری‌زا و در نتیجه، بروز تلفات در آن‌ها از مهمترین عوامل تهدید کننده پرورش متراکم ماهیان از جمله ماهیان خاویاری است. با توسعه پرورش ماهیان خاویاری در کشور انتظار می‌رود که این ماهیان نیز در روند پرورش با انواع بیماری‌های عفونی و غیرعفونی مواجه شوند. لذا این ماهیان نیز همانند دیگر آبزیان در تمام مراحل تکثیر و پرورش نیازمند تدابیر لازم در خصوص پیشگیری و درمان هستند. گسترش بیماری در آبی‌پروری با وضعیت جسمانی و سلامت ماهیان مرتبط است، زیرا اکثر عوامل بیماری‌زا فرصت‌طلب بوده و سبب بروز بیماری در ماهیانی می‌شوند که دارای نقص ایمنی و یا استرس هستند. بنابراین، راه‌حل‌های جایگزین باید عملکرد دستگاه ایمنی و سلامت ماهی را به عنوان یک راهبرد برای مقابله با عفونت‌های بیماری‌زا به حداکثر برسانند (Ashley et al. 2007).

در دهه‌های اخیر سنجش ضداکسیدان‌های موجود در آبزیان به عنوان نشانگرهای زیستی در زمان قرارگیری در معرض انواع آلاینده‌ها، طیف وسیعی از مطالعات گوناگون را به خود اختصاص داده است. در واقع تأکید بسیاری از این مطالعات بر روی اندازه‌گیری انواع ضداکسیدان‌ها و آنزیم‌های اکسیداز در اندام‌های مختلف، به دلیل قابلیت بالای واکنش‌دهی ضداکسیدان‌ها به عنوان بخشی از

¹. Microencapsulated

ماهی، خواص آن را در افزایش رشد، مقاومت در برابر بیماری، اثرات ضداکسیدانی و تحریک‌کننده ایمنی طبقه‌بندی کردند. Hamed و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه ای اثر آلیسین (ترکیبی که در سیر یافت می‌شود) بر دستگاه دفاعی ضداکسیدانی و پاسخ ایمنی ماهی تیلاپپای نیل پس از قرار گرفتن در معرض کربوفوران^۱ را بررسی کردند. به طور کلی، مطالعات نشان می‌دهد که سیر و سرخارگل هر دو دارای خواص ضداکسیدانی هستند که می‌تواند فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدان را در ماهیان افزایش دهد.

با توجه به اهمیت گونه فیل ماهی در آبی‌پروری ماهیان خاویاری، لزوم استفاده از افزودنی‌های غذایی برای بالا بردن دستگاه دفاع ضداکسیدانی جهت افزایش مقاومت این ماهیان در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن بیش از پیش احساس می‌شود. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات عصاره‌های پودری سرخارگل و سیر بر آنزیم‌های ضداکسیدان فیل ماهی پرورشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

به منظور تیماربندی، ۲۱ عدد مخزن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس با قطر و ارتفاع یک متر با منبع تأمین آب مشترک رودخانه سفیدرود و چاه مجهز به هواده (تحت کنترل) در قالب طرح کاملاً تصادفی (۶ تیمار و یگ گروه شاهد، هر کدام با ۳ تکرار) استفاده شد. به این منظور از تعداد ۲۱۰ عدد فیله‌ماهی با وزن متوسط $0/26 \pm 27/74$ گرم استفاده شد.

تهیه عصاره‌های سرخارگل و سیر و افزودن آن‌ها به جیره

در این بررسی عصاره‌های پودری سرخارگل و سیر با استفاده از اتانول ۸۰٪، از طریق دستگاه تقطیر تهیه و به پودر خشک تبدیل و سپس استفاده شد (Ozakan et al. 2007). سپس سه سطح ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم عصاره‌های پودری سرخارگل و سیر (به طور جداگانه)

در یک کیلوگرم غذا برای تیماربندی انتخاب شده و پس از ترکیب با غذای مصرفی، معادل نیاز روزانه ماهیان استفاده شد. تیمارها شامل شاهد (بدون افزودن سیر و سرخارگل)، تیمار ۱ = ۲۵۰ میلی گرم عصاره پودری سیر، تیمار ۲ = ۵۰۰ میلی گرم عصاره پودری سیر، تیمار ۳ = ۱۰۰۰ میلی گرم عصاره پودری سیر، تیمار ۴ = ۲۵۰ میلی گرم عصاره پودری سرخارگل، تیمار ۵ = ۵۰۰ میلی گرم عصاره پودری سرخارگل، و تیمار ۶ = ۱۰۰۰ میلی گرم عصاره پودری سرخارگل در یک کیلوگرم غذا بود. برای تهیه جیره‌های غذایی ترکیب شده با عصاره‌های پودری، از کنسانتره تجاری آماده حاوی مقادیر پروتئین خام ۴۹٪، چربی خام ۱۵٪، فیبر خام ۳٪، فسفر ۱/۵٪، خاکستر ۰/۹٪، رطوبت ۱۱٪، کلسیم ۱/۱٪ و سدیم ۰/۵٪ استفاده شد. به این جهت از روش انحلال عصاره پودری در آب (در ۵۰ میلی لیتر آب) و افشانه کردن در سطح یک کیلوگرم غذا و سپس هم‌زدن کامل این ترکیبات استفاده شد. غذاهای تهیه شده بر روی سینی‌های مجزا (به مدت ۲۴ ساعت) و در دمای محیط خشک شدند. سپس غذای خشک شده بر اساس روش استاندارد، توسط افشانه روغن‌اندود شدند (Noga, 2000). غذای تولید شده در ظروف مخصوص درب دار ریخته، و سپس برای توزیع در وعده‌های مختلف در دمای ۶-۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ماهیان به مدت ۸ هفته سه بار در روز و به میزان ۳-۲٪ وزن بدن با این جیره‌های غذایی تغذیه شدند.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب

اندازه‌گیری فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما و pH توسط دستگاه دیجیتال (WTW مدل pH 330i ساخت Weilheim آلمان) و میزان اکسیژن محلول با استفاده از اکسی متر دیجیتال (WTW مدل Oxi 330i ساخت Weilheim آلمان) به طور روزانه انجام شد و داده‌های مربوطه ثبت شدند. طی دوره پرورش دو ماهه میانگین دمای آب، اکسیژن محلول و pH تعیین شده که به تفکیک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ فراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده آب طی دوره پرورش فیل ماهیان تغذیه شده با عصاره‌های

پودری سیر و سرخارگل

¹ . carbofuran

Table 1 Water physicochemical parameters during the rearing period of beluga *Huso huso* fed with powdered extracts of garlic (*Allium sativum*) and Echinacea (*Echinacea purpurea*)

Rearing period	Temperature (°C)	Dissolved oxygen (mg/L)	pH
The first four weeks	21.4 ± 0.43	6.75 ± 0.48	6.7 ± 0.11
The second four weeks	22.1 ± 0.69	6.75 ± 0.48	6.9 ± 0.21
Average of the entire rearing period	21.75 ± 0.58	6.74 ± 0.42	6.8 ± 0.19

نسخه ۲۰ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft Office Excel 2016 استفاده شد.

نتایج

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه به منظور مقایسه میزان آنزیم کاتالاز سرم ماهیان در تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p = df = 6, F = 11.702$). نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان می دهد که میزان کاتالاز سرم خون ماهیان در تیمارها نسبت به شاهد روند افزایشی داشته است و میزان این آنزیم در تیمار ۵ به شکل معنی داری بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان کاتالاز در شاهد و تیمار ۱ مشاهده شد (شکل ۱). بر اساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه با مقایسه میزان GPX سرم خون ماهیان در تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P = 0.000, df = 6, F = 49.168$). نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان می دهد که میزان GPX سرم خون ماهیان در تیمارهای ۶، ۵ و ۴ به شکل معنی دار بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان GPX در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ مشاهده شد (شکل ۲).

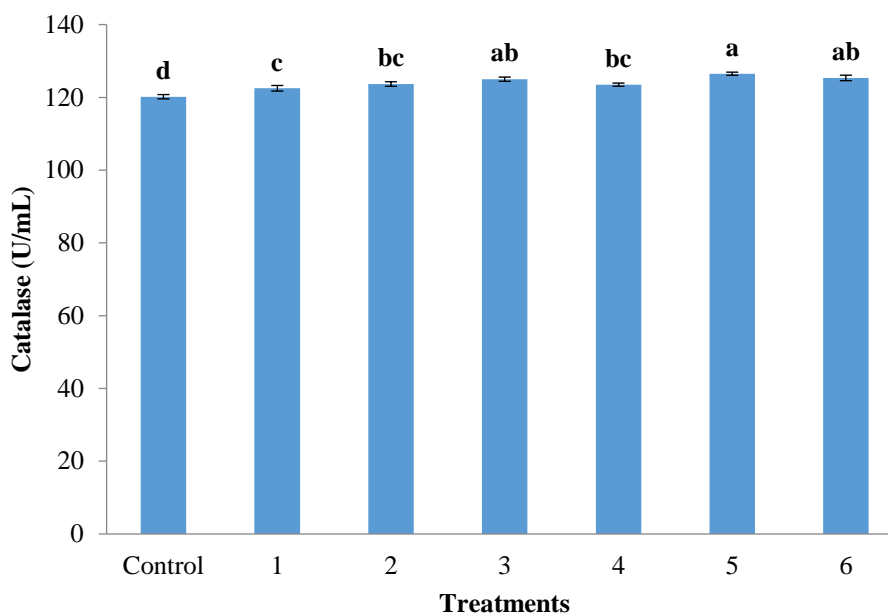
اندازه گیری آنزیم های ضد اکسیدان

برای بررسی آنزیم های ضد اکسیدانی، در پایان دوره پرورش از شش عدد ماهی از هر تیمار خون گیری انجام شد و پس از جداسازی سرم فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (GPX)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و مالون دی آلدئید (MDA)^۱ طبق روش شرکت سازنده کیت (Zellbio, Germany) و با استفاده از دستگاه (DANA, DA3200, Iran) ELISA Reader سنجیده شد (Mela et al. 2013).

تجزیه و تحلیل آماری

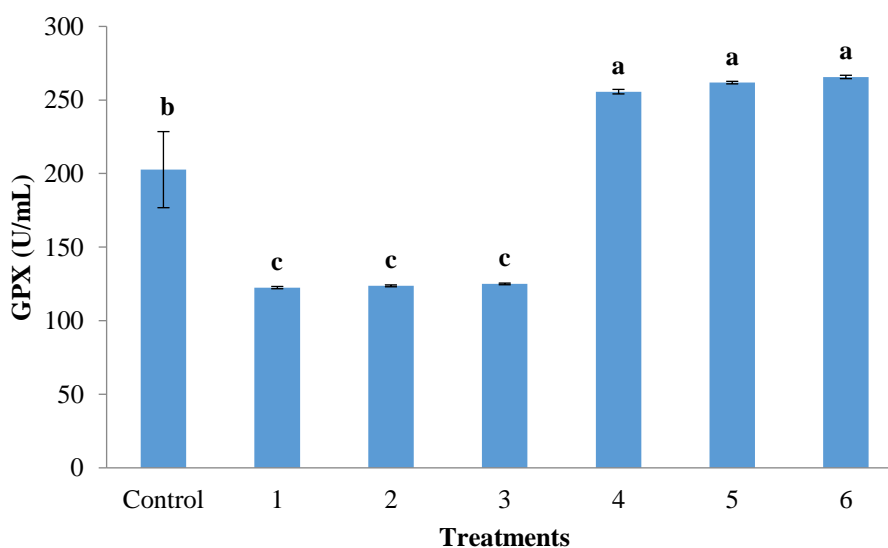
برای بررسی توزیع نرمال داده ها به منظور تشکیل تیمارها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و رسم نمودار هیستوگرام استفاده شد. به منظور مقایسه آماری بین گروه ها در تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances برای مقایسه گروه ها با یکدیگر از آزمون دانکن (Duncan) در سطح ۰.۰۵٪ استفاده شد. تمامی آزمون های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS

^۱ محصول نهایی حاصل از پراکسیداسون چربی ها که رابطه مستقیم با صدمات وارده به سلول در طی القاء استرس اکسیداتیو دارد.



شکل ۱ مقایسه میزان کاتالاز سرم خون در فیلم ماهیان تغذیه شده با عصاره‌های پودری سیر و سرخارگل در پایان دوره پرورش. (داده‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر هستند ($p < 0.05$) ($n=6$)).

Table 1 Comparison of blood serum CAT levels in beluga, *Huso huso* fed with powdered extracts of garlic (*Allium sativum*) and Echinacea (*Echinacea purpurea*) after 8 weeks. The averages (mean \pm SE) that have different letters have a significant difference with each other ($p < 0.05$; $n = 6$).



شکل ۲ مقایسه میزان GPX سرم خون در فیلم ماهیان تغذیه شده با عصاره‌های پودری سیر و سرخارگل در پایان دوره پرورش. (داده‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر هستند ($P < 0.05$) ($n=6$)).

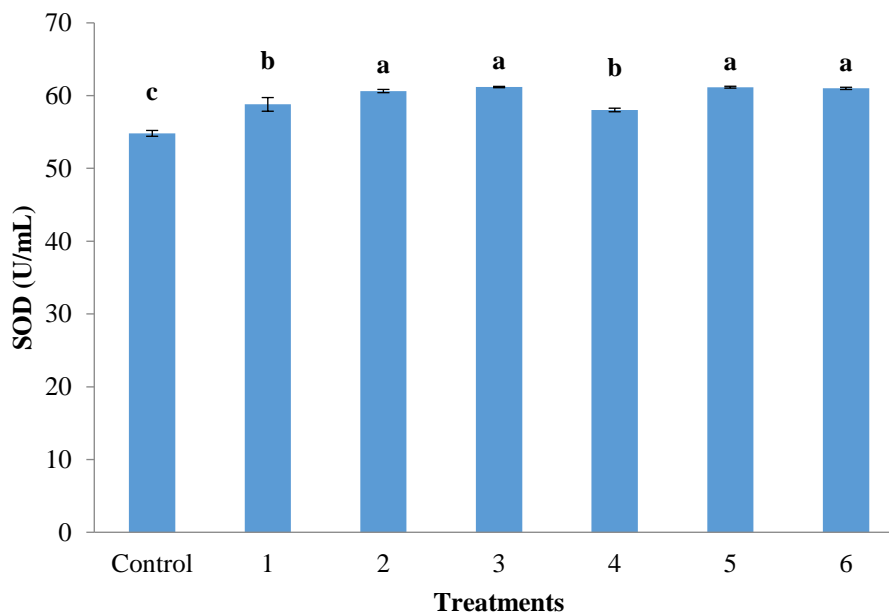
Table 2 Comparison of blood serum GPX levels in beluga, *Huso huso* fed with powdered extracts of garlic (*Allium sativum*) and Echinacea (*Echinacea purpurea*) after 8 weeks. The averages (mean \pm SE) that have different letters have a significant difference with each other ($p < 0.05$; $n=6$).

مشاهده شد ($p = 0.000$, $df = 6$, $F = 32.810$). نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان می‌دهد که میزان SOD سرم

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه با مقایسه میزان SOD سرم خون ماهیان در تیمارها اختلاف معنی‌داری

معنی دار بیش از دیگر تیمارها بود و کمترین میزان SOD در شاهد مشاهده شد (شکل ۳).

خون ماهیان در تیمارها نسبت به شاهد روند افزایشی داشته است و میزان این آنزیم در تیمارهای ۲، ۳، ۵ و ۶ به شکل

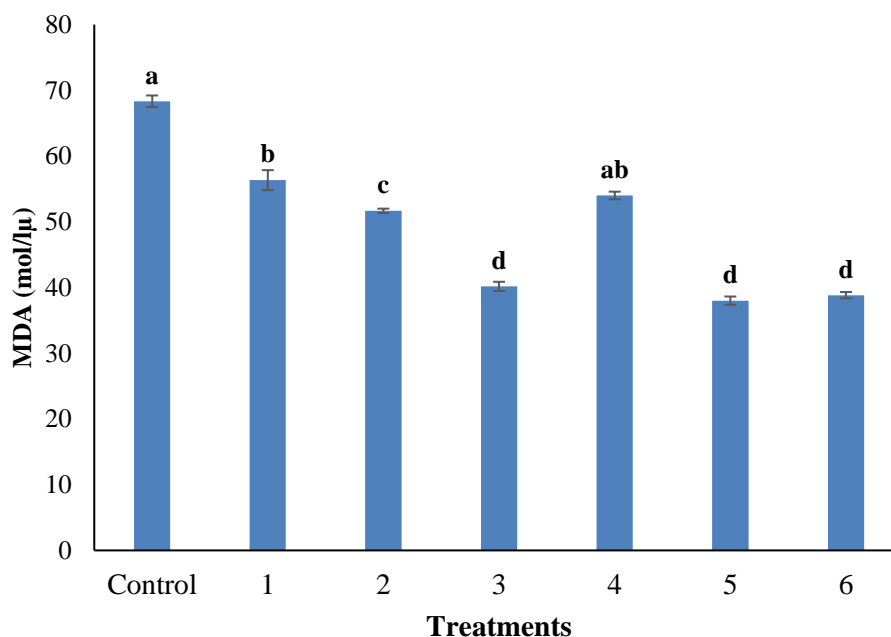


شکل ۳ مقایسه میزان SOD سرم خون در فیلماهیان تغذیه شده با عصاره‌های پودری سیر و سرخارگل در پایان دوره پرورش. (داده‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی دار آماری با یکدیگر هستند ($P < 0.05$) ($n=6$)).

Table 3 Comparison of blood serum SOD levels in beluga *Huso huso* fed with powdered extracts of garlic (*Allium sativum*) and Echinacea (*Echinacea purpurea*) after 8 weeks. The averages (mean \pm SE) that have different letters have a significant difference with each other ($p < 0.05$; $n=6$).

MDA سرم خون ماهیان در تیمارها نسبت به شاهد روند کاهشی داشته است و میزان این آنزیم در تیمارهای ۳، ۵ و ۶ به شکل معنی دار کمتر از دیگر تیمارها بود و بیشترین میزان MDA در شاهد مشاهده شد (شکل ۴).

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه با مقایسه میزان MDA سرم خون ماهیان در تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p = 0.000$, $df = 6$, $F = 190.296$). نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان می‌دهد که میزان



شکل ۴ مقایسه میزان MDA سرم خون در فیل ماهیان تغذیه شده با عصاره‌های پودری سیر و سرخارگل در پایان دوره پرورش. (داده‌هایی که با حروف غیرمشابه مشخص شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر هستند ($P < 0.05$) (n=6).

Table 4 Comparison of blood serum MDA levels in beluga *Huso huso* fed with powdered extracts of garlic (*Allium sativum*) and Echinacea (*Echinacea purpurea*) after 8 weeks. The averages (mean \pm SE) that have different letters have a significant difference with each other ($p < 0.05$; n = 6).

محسوب می‌شوند (Payne et al. 1987; Cortopassi et al. 1992; Livingstone, 2001). افزایش رادیکال‌های آزاد می‌تواند موجب آسیب‌های جدی از جمله تغییر در اندازه، شکل ترکیبات و اجزای مختلف یاخته‌ای و جهش‌های DNA شود (Reardon and Bhat, 2007). دستگاه دفاع ضداکسیدانی ماهی در خنثی سازی گونه‌های فعال اکسیژن نقش دارد. سیر به دلیل محتوای ضداکسیدانی غنی از جمله ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و ترکیبات ارگانوسولفور که دارای خواص ضداکسیدانی قوی هستند، شناخته شده است. این ترکیبات سبب خواص فیزیولوژیک/بیولوژیک منحصر به فرد سیر از جمله تعدیل کننده دستگاه ایمنی، ضد قارچ، ضد باکتری، ضد التهاب، ضداکسیدان، ضد چاقی، ضد دیابت، ضد سرطان و عملکرد محافظتی قلب و عروق می‌شوند (Martins et al. 2016; Yoshimoto and Saito, 2017; Aziz and Karboune, 2018; Salehi et al. 2019; Rouf et al. 2020). مطالعات متعددی در مورد اثرات عصاره پودری سرخارگل و سیر بر روی آنزیم‌های ضداکسیدانی ماهی انجام شده است. Aly و Mohamed (۲۰۱۰) کارایی رژیم‌های حاوی سرخارگل و

بحث

در مطالعه حاضر پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های حاوی سطوح مختلف سیر و سرخارگل میزان کاتالاز، SOD و MDA سرم خون ماهیان در تیمارها نسبت به شاهد افزایش قابل توجه داشت و گروه شاهد کمترین میزان MDA را داشتند. افزایش سطوح کاتالاز، SOD و GPX نشان دهنده افزایش مکانیسم‌های دفاعی ضد-اکسیدانی است که می‌تواند به ترکیبات زیست‌فعال موجود در عصاره‌ها از جمله ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و ترکیبات ارگانوسولفور نسبت داده شود. رادیکال‌های آزاد در بدن موجودات زنده به عنوان گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species) شناخته می‌شوند و دارای دو منشأ داخلی و خارجی بوده و به واسطه چندین مکانیسم ایجاد می‌شوند. منشأ داخلی ایجاد رادیکال‌های آزاد، سوخت و ساز طبیعی بدن از جمله زنجیره تنفسی میتوکندری، فعالیت آنزیمی سیتوکروم P450 در یاخته است. عوامل استرس‌زای محیطی مانند تغییرات دمایی، اکسیژنی و آلاینده‌های مختلفی از قبیل آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین و ترکیبات مختلف زئوبیوتیک نیز منشأ خارجی و منشأ داخلی ایجاد رادیکال‌های آزاد

ماهی تیلاپیای نیل پس از قرار گرفتن در معرض کربوفوران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که آلیسین به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی مانند SOD و GPx را افزایش می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر همسو با نتایج دیگر مطالعات در زمینه اثر مثبت سرخارگل و سیر بر عملکرد آنزیم‌های ضداکسیدانی بوده و می‌توان استنباط کرد که تجویز خوراکی عصاره پودری سرخارگل و سیر بر ظرفیت ضداکسیدانی بچه فیل‌ماهی پرورشی تأثیر مثبت دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن ۱۰۰۰ میلی گرم عصاره پودری سرخارگل در کیلوگرم غذا بهترین عملکرد را در بهبود ظرفیت ضداکسیدانی فیل‌ماهی پرورشی داشته است.

منابع

- Adineh, H., Harsij, M., Jafaryan, H., Asadi, M. 2020. The effects of microencapsulated garlic (*Allium sativum*) extract on growth performance, body composition, immune response and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *Journal of Applied Animal Research* 48: 372-378. doi: 10.1080/09712119.2020.1808473
- Akrami, R., Gharaei, A., Mansour, M.R., Galeshi, A. 2015. Effects of dietary onion (*Allium cepa*) powder on growth, innate immune response and hemato-biochemical parameters of beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1754) juvenile. *Fish & Shellfish Immunology* 45: 828-834. doi: 10.1016/j.fsi.2015.06.005.
- Almeida, E.A., Loureiro, G.R., Marrtinez, S., Miyamoto, J., 2007. Oxidative stress in *Perna perna* and other bivalves as indicators of environmental stress in the Brazilian marine environment: Antioxidants, lipid peroxidation and DNA damage. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146A: 588-600. doi: 10.1016/j.cbpa.2006.02.040.
- سیر را برای تیلاپیای نیل ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که رژیم غذایی به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتینون پراکسیداز را افزایش می‌دهد. در مطالعه دیگری Adineh و همکاران (۲۰۲۰) اثرات عصاره سیر ریزکپسوله‌شده را بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی کردند. نتایج نشان داد که این عصاره به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی مانند SOD و کاتالاز را افزایش می‌دهد. Raissy و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری در مورد اثرات سرخارگل بر رشد و سلامت ماهی، خواص آن را در افزایش رشد، مقاومت در برابر بیماری، اثرات ضداکسیدانی و تحریک کننده ایمنی طبقه‌بندی کردند. این بررسی نشان داد که سرخارگل دارای خواص ضداکسیدانی است که می‌تواند سلامت ماهی را بهبود بخشد. Hamed و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای اثر آلیسین (ترکیبی که در سیر یافت می‌شود) بر دستگاه دفاعی ضداکسیدانی و پاسخ ایمنی
- Aly, S.A., Mohamed, M.F. 2010. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: e31-e39. doi:10.1111/j.1439-0396.2009.00971.x
- Ashley, P.J. 2007. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science* 104: 199-235. doi:10.1016/j.applanim.2006.09.001
- Aziz, M., Karboune, S. 2018. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 58: 486-511. doi: 10.1080/10408398.2016.1194256
- Bazari Moghaddam, S., Bagherzadeh Lakani, F., Jalilpour, J., Masoumzadeh, M., Shenavar Masouleh, A. 2022. Effects of *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* powdered extracts on growth indices, survival rate and liver enzymes in farmed *Huso huso*. *Aquatic Animals Nutrition* 8: 25-39. doi: 10.22124/janb.2023.21942.1164
- Cabello, F.C. 2006. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal

- health and for the environment. *Environmental Microbiology* 8: 1137-1144. doi: 10.1111/j.1462-2920.2006.01054.x
- Cortopassi, G.A., Shibata, D., Soong, N.W., Arnheim, N. 1992. A pattern of accumulation of a somatic deletion of mitochondrial DNA in aging human tissues. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89: 7370-7374. doi: 10.1073/pnas.89.16.7370
- Delgado, D.L.C., Caceres, L.L.C., Gómez, S.A.C. and Odio, A.D. 2023. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) on the zootechnical performance and health indicators of aquatic animals: A mini-review. *Veterinary World* 16: 965-976. doi: 10.14202/vetworld.2023.965-976
- Hamed, H.S., Ismal, S.M., Faggio, C. 2021. Effect of allicin on antioxidant defense system, and immune response after carbofuran exposure in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 240C: 108919. doi:10.1016/j.cbpc.2020.108919
- Lee, J.Y., Gao, Y. 2012. Review of the application of garlic, *Allium sativum*, in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 43: 447-458. doi: 10.1111/j.1749-7345.2012.00581.x
- Livingstone D.R. 2001. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Marine Pollution Bulletin* 42: 656-666. doi: 10.1016/s0025-326x(01)00060-1
- Martins, N., Petropoulos, S., Ferreira, I.C. 2016. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium Sativum* L.) as affected by pre-and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry* 211: 41-50. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.029
- Mela, M., Guiloski, I.C., Doria, H.B., Rabbito, I.S., DaSilva, C.A., Maraschi, A.C., Prodocimo, V., Freire, C.A., F. Randi, M.A., Oliveira Ribeiro, C.A., Silvade Assis, H.C. 2013. Risks of waterborne copper exposure to a cultivated freshwater Neotropical catfish (*Rhamdia quelen*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 88: 108-116. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.11.002
- Miranda, C.D., Zemelman, R. 2002. Bacterial resistance to oxytetracycline in Chilean salmon farming. *Aquaculture* 212: 31-47. doi: 10.1016/S0044-8486(02)00124-2
- Mohseni, M., Hamidoghli, A. Bai, S.C. 2021. Organic and inorganic dietary zinc in beluga sturgeon (*Huso huso*): Effects on growth, hematology, tissue concentration and oxidative capacity. *Aquaculture* 539: 736672. doi:10.1016/j.aquaculture.2021.736672
- Nazari, R. Abdullahi, H., Makhdumi, N. 2015. Sturgeons. *Publications of Royat Sazan Institute*. 28 p.
- Noga, E. 2000. *Fish Diseases: diagnosis and treatment*. Wiley-Blackwell Press, 366-367.
- Ozakan, G., Simsek, B., Kuleasan, H. 2007. Antioxidant activities of *Satureja cilicica* essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering* 79 : 1391-1396. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.04.020
- Payne J.F., Fancey L.L., Rahimtula A.D., Porter E.L. 1987. Review and perspective on the use of mixed-function oxygenase enzymes in biological monitoring. *Comparative Biochemistry and Physiology* 86: 233-245. doi: 10.1016/0742-8413(87)90074-0
- Raissy, M., Seyed Hasani, A., Yousefi, S. 2021. Effects of Echinacea on fish growth and health: A review. *Journal of Medicinal Herbs* 12: 13-26. doi:10.30495/MEDHERB.2021.687324
- Reardon, A.M., Bhat, H.K. 2007. Methylmercury neurotoxicity: Role of oxidative stress. *Toxicological and Environmental Chemistry* 89: 535-554. doi:10.1080/02772240701201158
- Romero, J., Feijoó, C.G., Navarrete, P. 2012. Antibiotics in aquaculture—use, abuse and alternatives. *Health and Environment in Aquaculture* 159: 159-198. doi: 10.5772/28157

- Rouf, R., Uddin, S.J., Sarker, D.K., Islam, M.T., Ali, E.S., Shilpi, J.A., Nahar, L., Tiralongo, E., Sarker, S.D. 2020. Antiviral potential of garlic (*Allium Sativum*) and its organosulfur compounds: A systematic update of pre-clinical and clinical data. Trends in Food Science & Technology 104: 219-234. doi: 10.1016/j.tifs.2020.08.006
- Salehi, B., Zucca, P., Orhan, I.E., Azzini, E., Adetunji, C.O., Mohammed, S.A., Banerjee, S.K., Sharopov, F., Rigano, D., Sharifi-Rad, J. 2019. Allicin and health: A comprehensive review. Trends in Food Science & Technology 86: 502-516. doi:10.1016/j.tifs.2019.03.003
- Seyfried, E.E., Newton, R.J., Rubert, K.F., Pedersen, J.A., McMahon, K.D. 2010. Occurrence of tetracycline resistance genes in aquaculture facilities with varying use of oxytetracycline. Microbial Ecology 59: 799-807. doi: 10.1007/s00248-009-9624-7
- Yoshimoto, N., Saito, K. 2017. Biosynthesis of S-Alk(en)yl-L-Cysteine Sulfoxides in Allium: Retro Perspective. In: De Kok, L., Hawkesford, M., Haneklaus, S., Schnug, E. (Eds.). Sulfur metabolism in higher plants - Fundamental, environmental and agricultural aspects. Proceedings of the International Plant Sulfur Workshop. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-56526-2_5