نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۹۷ / صفحات: ۹۰-۸۳

استفاده از افزودنی NEXT Enhance150 (تیمول و کارواکرول) به‌منظور بررسی کارایی رشد، ترکیبات مغذی بدن و شاخص‌های خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

*احسان احمدی‌فر[۱]، رضا اکرمی[۲]، سمیه پورعلی‌مطلق[۳]، افشین قلیچی[۲] و سهیلا نوری[۱]

[۱]دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۲]گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، آزادشهر، ایران

[۳]دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/٦/۲۷

چکیده

یک آزمایش تغذیه‌ای به‌منظور ارزیابی تأثیر تیمول و کارواکرول بر عملکرد رشد، بازماندگی و تغییرات سلول‌های خونی در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شد. NEXT Enhance 150 به‌عنوان یک فرآورده گیاهی که دارای نسبت کاملاً یکسان از تیمول و کاروکرول می‌باشد، به‌میزان ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم به جیره‌های غذایی افزوده شد. جیره‌های غذایی مربوطه به‌مدت ٤٥ روز در طرح کاملاً تصادفی در اختیار تیمارهایی با سه تکرار از قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۱ ± ۸/٤ گرم قرار گرفتند. اکثر شاخص‌های مربوط به رشد در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی دارای تیمول و کارواکرول بهتر از ماهیان تیمار شاهد بود. تفاوت معنی‌داری در نرخ بقاء در بین تیمارها مشاهده نگردید. همچنین کاربرد NEXT Enhance 150 باعث ایجاد تفاوت معناداری در درصد لنفوسیت‌ها شد، در حالی‌که تفاوت آماری معنی‌داری در درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد کل لکوسیت‌ها (WBC)، حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن هموگلوبین داخل گلبولی (MCH) و درصد غلظت هموگلوبین داخل گلبولی (MCHC) مشاهده نگردید. از طرفی میزان چربی بدن در تیمارهای ۱ و ۲ گرم تیمول و کاروکرول بالاتر از تیمارهای شاهد و ۳ گرم تیمول و کاروکرول بود. همچنین میزان پروتئین در تیمار ۳ گرم تیمول و کاروکرول با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد. این در حالی است که میزان خاکستر در تیمار شاهد دارای افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بود. ماده خشک در تیمارها تفاوت چندانی را نشان نداد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمول و کارواکرول به‌صورت ترکیب با یکدیگر در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان، میزان رشد و برخی فاکتورهای خونی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تیمول، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کارایی رشد، کارواکرول

مقدمه

آزادماهیان یکی از مهم‌ترین ماهیان برای تکثیر و پرورش در جهان به حساب می‌آیند. بنابراین جایگزین کردن افزودنی‌هایی به جیره غذایی که بتواند سبب بهبود سلامتی و راندمان رشد در این ماهیان گردد، ضروری به‌نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر روغن‌های گیاهی به‌عنوان یک جایگزین مناسب در جیره برای بالا بردن میزان رشد و تولید در حیوانات مطرح شده‌اند (Thakare، ۲۰۰٤؛ و Satndarp، ۲۰۰۵). روغن‌های گیاهی، مواد آروماتیکی هستند که از

* مسئول مکاتبه: ehsan.ahmadifar@gmail.com

بخش‌های مختلف گیاه به‌دست می‌آیند (Burt، ۲۰۰٤). دامنه استفاده از روغن‌های گیاهی بسیار وسیع می‌باشد (Isman، ۲۰۰۰؛ Daferera و همکاران، ۲۰۰۳). بعضی روغن‌های گیاهی آروماتیک به‌عنوان افزودنی‌های بالابرنده ایمنی غذا و همچنین به‌عنوان آنتی‌بیوتیک شناخته شده‌اند (Calsamiglia، ۲۰۰٦). آویشن معمولی *Origanum vulgar* نوعی گیاه آروماتیک می‌باشد که محدوده رشد، توزیع و گسترش آن در منطقه مدیترانه می‌باشد (Kolin، ۲۰۰٤). روغن‌های Oregano عموماً شامل ترکیبی از تیمول و کارواکرول هستند. این ترکیبات دارای خواص ضدمیکروبی (Dorman&Deans، ۲۰۰۰)، ضدقارچ (Daouk و همکاران، ۱۹۹۵)، آنتی‌اکسیدانت (Cervato و همکاران، ۲۰۰۰) و همچنین دارای خاصیت فیزیولوژیکی و تأثیرگذار بر روی متابولیسم می‌باشند. تیمول و کارواکرول ترکیبات طبیعی هستند که در صنایع غذایی به‌عنوان یک محرک برای بالا بردن سلامتی و ایمنی غذا به‌کار برده می‌شوند (Shoji&Nakashims، ۲۰۰٤). تیمول از نظر شیمیایی یک مونوترپن[1] است که در اجزا بسیاری از روغن‌های گیاهی دیده می‌شود (Gomez-carneiro و همکاران، ۱۹۹۸) تیمول اثرات ضدمیکروبی بر روی باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها دارد (Shapiro و همکاران، ۱۹۹٤؛ Mano و همکاران، ۱۹۹۸). کارواکرول نیز دارای خاصیت ضدمیکروبی روی باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها دارد (نولس و همکاران). ترکیب تجاری NEXT Enhance 150 که در این تحقیق از آن استفاده شده است دارای نسبت مساوی تیمول و کارواکرول است و از گیاه *Origanum vulrar* استخراج می‌شود. تاکنون تحقیقی در مورد کاربرد این دو روغن گیاهی به‌صورت ترکیب مساوی با یکدیگر در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر اثر NEXT Enhance 150 بر عملکرد رشد، ترکیب شیمیایی بدن، شاخص‌های خونی و نرخ بازماندگی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

جیره‌های آزمایشی: ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. چهار جیره آزمایشی هر یک با ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم NEXT Enhance 150 (IQF-Carotech, Barcelona, Espanish) فرموله شدند. جهت ساخت جیره‌های آزمایشی، مواد خشک کاملاً با یکدیگر مخلوط شده و سپس آب به آن‌ها اضافه شد تا به‌صورت خمیر در آید. سپس این ماده در چرخ گوشت قرار گرفت و به پلت‌هایی با قطر ۲ میلی‌متر تبدیل شد. غذا پس از ساخت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد تا مورد استفاده قرار گیرد. آنالیز جیره‌های آزمایشی نیز در جدول ۲ آمده است.

طرح آزمایشی: قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۱±۸/٤ گرم از مرکز تکثیر و پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در فاضل‌آباد استان گلستان تهیه شدند. بچه‌ماهیان در ۱۲ مخزن با گنجایش ۲۵۰ لیتر با تراکم ٤۰ قطعه در هر مخزن توزیع شدند، به‌طوری‌که برای هر یک از تیمارها سه تکرار در نظر گرفته شد. ماهیان به نسبت ۳ درصد وزن بدن در هر روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. این میزان غذا ٤ بار در روز به آن‌ها داده شد و دوره آزمایش ٤۵ روز به طول انجامید. تغذیه ماهیان تیمار شاهد در تمام دوره آزمایش با جیره فاقد تیمول و کارواکرول انجام شد. میانگین دمای آب در طول دوره پرورش ۲/٤۷±۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. مخازن در محیط باز قرار داشتند و نور آن‌ها به‌طور طبیعی تأمین شد. به‌منظور دستیابی به سطوح غذادهی و تنظیم آن، وزن کلی ماهیان در هر مخزن در فواصل ۱۰ روزه اندازه‌گیری شد.

1- Monoterpene

جدول ۱- ترکیب مواد غذایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تحقیق طی مدت ٤٥ روز آزمایش

مواد غذایی	گرم در کیلوگرم جیره
پودر ماهی	٤٥٠
آرد گندم	٨٠
آرد ذرت	٨٠
کنجاله سویا	٢٠٠
روغن ماهی	١٠٠
روغن سویا	٦٠
لسیتین	٥
مکمل ویتامین	١٥
مکمل معدنی	١٠

آنالیز شاخص‌های مربوط به رشد: در پایان دوره غذادهی تمامی ماهیان توزین شده و ضریب رشد ویژه (SGR)، درصد رشد روزانه (DGR)، افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، شاخص وضعیت (CF)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بازماندگی محاسبه شدند.

آنالیز شاخص‌های مربوط به فاکتورهای خونی: به‌منظور ارزیابی فاکتورهای خونی تعداد ٦ ماهی از هر تیمار برداشته و خون‌گیری از آن‌ها با استفاده از سرنگ‌های هپارینه انجام شد. بررسی اریتروسیت‌ها (RBC) و لکوسیت کل (WBC) مطابق روش Martins و همکاران (٢٠٠٤)، هموگلوبین (Hb) مطابق روش Collier (١٩٤٤)، هماتوکریت (Hct) مطابق روش Goldenfarb و همکاران (١٩٧١)، حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن هموگلوبین داخل گلبولی (MCH) و درصد غلظت هموگلوبین داخل گلبولی (MCHC) نیز مطابق روش Wintrobe (١٩٣٤) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به‌دست آمده، توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS 11 بررسی شدند و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار و تفاوت‌های آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد آورده شدند.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک)

معیار (درصد)	جیره‌های آزمایشی حاوی تیمول و کاروکرول			
	شاهد	١ گرم در کیلوگرم	٢ گرم در کیلوگرم	٣ گرم در کیلوگرم
پروتئین خام	٤٤/٥ ± ١/٣	٤٣/٧ ± ١/٤	٤٤/٦ ± ٠/٤	٤٣/٢ ± ٠/٢
چربی خام	١٩/٧ ±١/٢	٢٠/١ ± ٠/٣٥	٢٠/٥ ± ٠/٩	١٩/٦ ± ٠/٨
خاکستر	١٣/٢ ± ٠/٥	١٣/٩ ± ١/٤	١٣/٧ ± ٠/٦	١٩/٦ ±٠/٨
فیبر	٢/٢ ± ٠/٣	٢/٣ ± ٠/٥	٢/٥ ±٠/١	٢/٣ ± ٠/٤
رطوبت	٨/٧ ± ٠/٤	٨/٩ ± ٠/٥	٩/٢ ± ٠/٤	٩/١ ± ٠/٤

نتایج

نتایج شاخص‌های مربوط به عملکرد رشد و تغذیه ماهیان در جدول ۳ آورده شده است. افزودن NEXT Enhance 150 به جیره غذایی تفاوت آماری معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایشی نشان داد ($P<۰/۰۵$). ماهیان تغذیه شده در تیمار ۳ گرم در کیلوگرم تیمول و کاروکرول دارای بالاترین وزن نهایی (۵/۱±۳۵/۱گرم) و طول نهایی (۰/٦±۱۳/٤سانتی‌متر) بودند ($P<۰/۰۵$).

نتایج مربوط به ضریب رشد ویژه و درصد رشد روزانه وزنی و طولی نیز تقریباً مشابه سایر شاخص‌های رشد بود. برخی از مقادیر مربوط به شاخص‌های رشد در بین تیمار شاهد و تیمار ۱ گرم در کیلوگرم تیمول و کاروکرول اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>۰/۰۵$). شاخص وضعیت در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). مقادیر بقاء نیز در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). همچنین نتایج تأثیر NEXT Enhance 150 بر ترکیبات شیمیایی بدن در جدول ٤ آورده شده است. میزان چربی بدن در تیمارهای ۱ و ۲ گرم تیمول و کاروکرول بالاتر از تیمارهای شاهد و ۳ گرم تیمول و کاروکرول بود. همچنین میزان پروتئین در تیمار ۳ گرم تیمول و کاروکرول با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد. این در حالی است که میزان خاکستر در تیمار شاهد دارای افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بود. ماده خشک در تیمارها تفاوت چندانی را نشان نداد.

جدول ۳- مقایسه عملکرد رشد ماهی قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح مختلف تیمول و کارواکرول طی مدت ٤٥ روز

معیار	جیره‌های آزمایشی حاوی تیمول و کاروکرول			
	شاهد	۱ گرم در کیلوگرم	۲ گرم در کیلوگرم	۳ گرم در کیلوگرم
وزن اولیه (گرم)	۸/٤ ± ۱/۸^{a}	۸/٤ ± ۱/۷^{a}	۸/۵ ± ۱/۸^{a}	۸/٤ ± ۲^{a}
وزن نهایی (گرم)	۲۸/۳ ± ٦/٤^{b}	۲۹/۸ ± ٦/۲^{b}	۳۱/٦ ± ٤/۵^{ab}	۳۵/۱ ± ۵/۱^{a}
طول اولیه (سانتی‌متر)	٦/۹ ± ۱/۲^{a}	٦/۹ ± ۱/۱^{a}	٦/۹ ± ۰/۹^{a}	٦/۹ ± ۰/۸^{a}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۲/٤ ± ۱/۱^{b}	۱۲/۵ ± ۰/۹^{b}	۱۳/۲ ± ۰/۷^{a}	۱۳/٤ ± ۰/٦^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۲/٦۲ ± ۰/۵۵^{c}	۲/۷۷ ± ۰/٤۸^{bc}	۲/۹۵ ± ۰/۳۳^{ab}	۳/۲ ± ۰/۱۹^{a}
شاخص وضعیت	۱/٤۱ ± ۰/۱۸^{a}	۱/۵٤ ± ۰/٤۱^{a}	۱/۳٦ ± ۰/۱۲^{a}	۱/٤ ± ۰/۰۱^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۹۵ ± ۰/٦^{a}	۱/٦۷ ± ۰/٤^{ab}	۱/۵۵ ±۰/۳^{b}	۱/۳۵ ± ۰/۲^{b}
افزایش وزن بدن (گرم)	۱۹/۹ ± ٦/٤^{b}	۲۲/۱ ± ۵/۳^{b}	۲۳/۲ ± ٤/۵^{ab}	۲٦/۵ ± ۵/۱^{a}
درصد افزایش وزن بدن	۲۳۷/۱۳ ± ۷۷/۱^{b}	۲۵۵/۲۹ ± ۷۳/۸^{b}	۲۷٦/۳٤ ± ۵۳/۷^{ab}	۳۱۲/۵٤ ± ٦۰/٤^{a}
درصد رشد روزانه وزنی	۵/۲ ± ۱/۷٤^{b}	۵/٦۵ ± ۱/٦٤^{b}	٦/۱۳ ± ۱/۱۹^{ab}	٦/۹٤ ± ۱/۳۳^{a}
درصد رشد روزانه طولی	۱۹/۹ ± ٦/٤^{b}	۲۲/۱ ± ۵/۳^{b}	۲۳/۲ ± ٤/۵^{a}	۲٦/۵ ± ۵/۱^{a}
بازماندگی (درصد)	۹٦ ± ۰/٤۱^{a}	۹٦/٤ ± ۰/۲^{a}	۹٦/٦ ± ۰/۲^{a}	۹٦ ± ۰/۸^{a}

اعدادی که در هر ردیف با حروف غیرمشابه نشان داده شده‌اند اختلاف آماری معنی‌دار دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤- مقایسه ترکیبات شیمیایی بدن قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح مختلف تیمول و کارواکرول در پایان دوره آزمایش

معیار	تیمار			
	شاهد	۱ گرم در کیلوگرم	۲ گرم در کیلوگرم	۳ گرم در کیلوگرم
پروتئین بدن (درصد)	٦۷/٤ ± ۰/۵	٦۹/۳ ± ۰/٤	٦۸/۱ ±۰/۱	۷۰/۵ ± ۰/۷
چربی بدن (درصد)	۸/۵ ± ۰/۱	۹/٤ ± ۰/۱	۹/۱ ±۰/۱	۸/۲ ± ۰/۱
فیبر (درصد)	۰/۳۵ ± ۰/۰۲	۰/۳ ± ۰/۰۱	۰/٤۲ ± ۰/۰۱	۰/۲۹ ± ۰/۰۱
خاکستر (درصد)	۱۲/۱ ± ۰/۱	۱۰/٤ ± ۰/۱	۹/۳ ±۰/۲	۹/۵ ± ۰/۱
ماده خشک (درصد)	۲۸/۸ ± ۲	۲۸/۲ ± ۱	۲۸/۵ ± ۱	۲۸/۹ ±۱

کاربرد NEXT Enhance 150 باعث ایجاد تفاوت معناداری در درصد لنفوسیت‌ها شد ($P<۰/۰۵$)، در حالی‌که تفاوت آماری معنی‌داری در درصد هماتوکریت، غلظت هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد کل لکوسیت‌ها (WBC)، حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن هموگلوبین داخل گلبولی (WBC) و درصد غلظت هموگلوبین داخل گلبولی (MCHC) مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$) (جدول ۵).

جدول ۵- فاکتورهای خونی قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح مختلف تیمول و کارواکرول در پایان دوره آزمایش

فاکتور خونی	تیمار			
	شاهد	۱ گرم در کیلوگرم	۲ گرم در کیلوگرم	۳ گرم در کیلوگرم
هماتوکریت (درصد)	۳۸ ± ۱۰	٤٥/٥ ± ٦/٨	٤٢/٥ ± ٤/٩	۳۷/٦ ± ٦/٦
هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)	٤/٥ ± ۰/۹	٤/۸ ± ۰/٦	٤/۸ ± ۰/۸	٤/۹ ± ۰/۹
تعداد گلبول‌های قرمز (×۱۰۰۰۰۰)	۱/۱٦ ± ۰/۱٥	۱/۱۱ ± ۰/۱۹	۱/۲٤ ± ۰/۰۸	۱/۱٥ ± ۰/۱٥
تعداد گلبول‌های سفید (×۱۰۰۰)	۱٤/۸ ± ٤/۷	۲۱/٥ ± ۸/٥	۲۰/۸ ± ۱/۱	۱٦/۸ ± ۷/۲
حجم متوسط گلبولی (فمتولیتر)	۳٤٦/٥ ± ٥۱/۳	۳۹٥/۷ ± ٤۳/۷	۳٥۲/۸ ± ۳۷/۸	۳٤۲/۲ ± ٥۹/۹
وزن هموگلوبین داخل گلبولی (پیکوگرم)	٤۱/۸ ± ٦/۳	٤۲/۸ ± ۹	٤۱ ± ٥	٤٦/۳ ± ۳/٦
درصد غلظت هموگلوبین داخل گلبولی (درصد)	۱۲/۷ ± ٤/۸	۱۱/٦ ± ۳/۲	۱۱/۱ ± ۰/۹	۱۳/۱ ± ۲/٦
درصد لنفوسیت (درصد)	۹٥ ± ۰/۸[b]	۹٥/۱ ± ۰/۷[b]	۹٦ ± ۰/۸[b]	۹۷/۳ ± ۰/۸[a]

اعدادی که در هر ردیف با حروف غیرمشابه نشان داده شده‌اند اختلاف آماری معنی‌دار دارند ($P<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه میزان رشد ماهیان تیمار ۲ و ۳ گرم در کیلوگرم جیره NEXT Enhace 150 با تیمار شاهد تفاوت‌هایی نشان داد. در بین تیمارهایی که دارای NEXT Enhace 150 بودند، تیمار ۳ گرم در کیلوگرم جیره بیش‌ترین تأثیر را بر روی فاکتورهای رشد گذاشت و این در حالی بود که میزان بازماندگی در تیمارها در پایان دوره تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. تحقیقی که اثر افزودن تیمول و کارواکرول را به‌صورت ترکیب با یکدیگر بر روی تغییرات فیزیکی و شیمیایی در ماهیان را نشان دهد، وجود ندارد و مطالعات انجام شده بیش‌تر بر روی سایر حیوانات می‌باشد. Bampidis و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تغییری در ADG و FC گوسفندهای در حال رشد که از برگ‌های گیاه regano تغذیه شده بودند، دیده نشد. همچنین Benchaar و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند که افزودن ۲ یا ٤ گرم روغن‌های گیاهی شامل eugenol، vanillin و limonene در جیره غذایی گاو تأثیر چندانی بر ADG گاوها نداشت. از طرفی Alcicek و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش کردند که افزودن ترکیب روغن‌های گرفته شده از oregano، laurel، sage، myrtle، (fennel و Citrus) به‌میزان ٤۸ میلی‌گرم جیره سبب بهبود وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد در خوک شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که NEXT Enhace 150 می‌تواند سبب بهبود راندمان رشد شود که تأثیر آن بستگی به نوع حیوان دارد. همچنین نتایج نشان داد که ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با NEXT

Enhace 150 (تیمول و کارواکرول) نسبت به ماهیان تیمار شاهد بهتر بود. سیستم دفاعی ماهیان مشابه آن چیزی است که در مورد پستانداران شرح داده شده است. فاکتورهای خونی مانند گلبول‌های قرمز و لکوسیت‌ها یکی از بخش‌های اصلی سیستم ایمنی غیراختصاصی سلولی هستند که نوسان در تعداد آن‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخص پاسخ ماهیان به استرس باشد (Stoskopt،۱۹۹۳). در پاسخ به استرس‌های موجود در محیط آبی، کاهش تعداد گلبول‌های سفید می‌تواند حاکی از سرکوب ایمنی موجود باشد و افزایش میزان آن‌ها می‌تواند نشان‌دهنده پاسخ به استرس یا عفونت باشد (Adams، ۲۰۰۲) بنابراین ارزیابی‌های که باید پس از کاربرد محرک‌های ایمنی انجام داد عبارت است از بررسی لیزوزیم در سرم خون، شمارش تعداد کل لکو سیت‌ها و اریتروسیت‌ها و بررسی میزان تکثیر لنفوسیت در موجودات مورد آزمایش. در بررسی حاضر مکمل‌سازی جیره‌ها با NEXT Enhance 150 تأثیری بر هماتوکریت (Hct)، غلظت هموگلوبین (Hb)، تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، تعداد کل لکوسیت‌ها (WBC)، حجم متوسط گلبولی (MCV)، وزن هموگلوبین داخل گلبولی (MCH) و درصد غلظت هموگلوبین داخل گلبولی (MCHC) نداشت. اما از بین فاکتورهای خونی ارزیابی شده، تعداد لنفوسیت‌ها در ماهیانی که جیره ارگوسان را دریافت کرده بودند بیش‌تر بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزایش تعداد لنفوسیت‌ها در نهایت باعث افزایش قدرت سیستم ایمنی بدن در ماهیان می‌شود (Raa و همکاران، ۱۹۹۲؛ Sakai، ۱۹۹۹). در این میان لنفوسیت‌ها می‌توانند در تولید پادتن نقش داشته باشند و همچنین برخی از شواهد نشان می‌دهند که لنفوسیت‌های ماهی فعالیت بیگانه‌خواری را نیز نشان می‌دهند و یا این‌که تعداد سلول‌هایی مثل ماکروفاژها را که در بیگانه‌خواری نقش دارند افزایش می‌دهند. در این بررسی کاربرد NEXT Enhance 150 باعث افزایش تعداد لنفوسیت‌ها شد. به‌طورکلی نتیجه حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که کاربرد NEXT Enhance 150 می‌تواند کارایی رشد و برخی از فاکتورهای خونی را در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تحت‌تأثیر قرار دهد. استفاده از NEXT Enhance 150 در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان و یا دیگر آبزیان به تحقیقات بیش‌تری نیاز دارد.

منابع

Adams, S.M. 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress: Bethesda, MD, American Fisheries Society.

Alcicek, A., Bozkur, M. and Cabuk, M. 2003. The effect of essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. S. Afr. J. Anim. Sci. 33, 89-94.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, Arlington, VA, USA.

Bampidis, V.A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Spais, A.B. and Chatzopoulou, P.S. 2005. Eeffect of dietery dried oregano leaves supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs, Animal Feed Sci. Technol. 121, 285-295.

Benchaar, C., Duynisveld, J.L. and Charmley, E. 2006. Effects of monensin and increasing dose Levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. Can. J. Anim. Sci. 86, 91-96.

Borchers, R. 1965. Proteolytic activity of rumen fluid in vitro. J. Anim. Sci. 24, 1033-1038.

Burt, S., 2004. Essential oils, their antibacterial properties and potential applications in foods-a Review. International Journal of Food Microbiology 3, 223-253.

Calsamiglia, S., Castill, L. and Busquet, M. 2006. Aternatives to antimicrobial growth promoters In Cattle. In: P.C. Garnsworthy and J. Wiseman, Editors, Recent Advances in Animal Nutrition, Notthingham University Press, Nottingham, UK pp.129-167.

Cervato, G., Carabelli, M., Gervasio, S., Cittera, A., Cazzola, R. and Cestaro, B. 2000. Antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extracts. Journal of Food Biochemistry 24, 453-465.

Collier, H.B. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. Canadian Medical Association Journal 50, 550-552.

Daferera, D.J., Ziagos, B.N. and Polissiou, M.G. 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. Michiganensis. Crop protect, 22, 39-44.

Daouk, R.K., Dagher, S.M. and Sattout, E.J. 1995. Antifungal activity of the essential oil of Origanum syriacum L, Journal of Food protection 58, 1147-1149.

Dorman, H.J.D. and Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Appl. Microbiol. 88, 308-316.

Food and Agriculture Organization (FAO), 2003. Year Book of Fishery Statistics Summary Tables, Sales and Marketing Group, Information Division, FAO, ROME, Italy.

Goldenfarb, P.B., Bowyer, F.P., Hall, E. and Brosious, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. American Journal of Clinical Pathology, 56, 35-39.

Gomez-Carneiro, R., Felzenszwalb, L. and Paumgartten, F.J. 1998. Mutagenicity testing (+)-Camphor, 1,8 cineole, citral, citronellol, (-)- menthal and terpineol with the Salmonella Microsame assay, Mutat. Res. 416, 129-136

Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop protect, 19, 603-608.

Klontz, G.W., 1994. Fish hematology. In: Stolen, J.S., T.C. Fletcher, A.F. Rowley, T.C. Kelikoff, S.L. Kaattari, S.A. Smith, (Eds.), Techniques in Fish Immunology, Vol. 3. SOS Publications pp. 121-132.

Martins, M.L., Tavares-Dias, M., Fujimoto, R.Y., Onaka, E.M. and Nomura, D.T. 2004. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichtyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 56, 640-646.

Raa, J., Roestad, G., Engstad, R.E. and Robertsen, B. 1992. The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organism to microbial infections In: I.M. Shariff, R.P. Subasinghe and J.R. Arthur, Editors, *Diseases in Asian aquaculture*, Health Fish Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines pp. 39-50.

Shapiro, S., Meier, A. and Guggenheim, B. 1994. The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components toward oral bacteria, Oral Microbiol. Immunol. 9, 202-208.

Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants, Aquaculture 172, 63-92.

Shoji, Y. and Nakashims, H. 2004. Nutraceutics and delivery systems. Journal of Drug Targeting 12, 385-391.

Stoskopf, M.A. 1993. Fish medicine. Sounders Company, U.S.A. 882p.

Thakare, M. 2004. Pharmacological screening of some medicinal plants as antimicrobial and feed additives. M.Sc. Thesis. Dept. of Animal and Poultry Science, Virgina Polytechnic Institute and State University, Blacksburg VA, USA 73p.

Westendarp, H. 2005. Essential oils for the nutrition of poultry, swine and ruminants, Dtsch. Tierarzfl. Wochensche 112, 375-380.

Wintrobe, M.M. 1934. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood various vertebrates. Folia Hematological 51, 32-49.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 12, No. 3, Autumn 2018

Growth performance, body composition, survival and haematological changes in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, juveniles following dietary administration of NEXT Enhance150 (Thymol and Carvacrol)

[*]E. Ahmadifar[1], R. Akrami[2], S. Pouralimotlagh[3], A. Ghelichi[2] and S. Noori[1]
[1]Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran
[2]Dept. of Fisheries, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
[3]Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

In the present study we determined growth performance, carcass quality and hematological parameters of *Oncorhynchus mykiss* juvenile (initial weight 8.4±0.1 g) fed diets containing Thymol-Carvacrol powder at the levels of 0, 1.0, 2.0, 3.0 g kg^{-1}. Each diet was fed to triplicate groups of fish at 45 days consecutive. Results showed that fish fed diets containing Thymol-Carvacrol had significantly higher growth than the control group. Survival was not different among all dietary treatments. The number lymphocyte increased when Thymol-Carvacrol used at higher levels. No significance difference in RBC, WBC, MCV, MCH and MCHC was observed. Furthermore, whole body lipid content was higher in fish fed 1.0 and 2.0 g kg^{-1} Thymol-Carvacrol than the other groups, but body protein in group fed 3.0 g kg^{-1} was higher than the other groups. Also, body ash in control group was higher than the other groups. Whole body dry matter was not affected by dietary treatments. These results indicated that dietary administration of Thymol-Carvacrol can influence some growth, hematological parameters and tissue composition in rainbow trout juveniles.

Keywords: Thymol; Rainbow trout; Growth; Carvacrol

*Corresponding author; ehsan.ahmadifar@gmail.com