نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳٤، بهـار ۱٤۰۱
ص‌ص: ۱۳۱~۱٤٤

تاثیر استفاده از روغن سوخته و تصفیه شده با جاذب های معدنی مختلف بر عملکرد رشدی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

- **ام هانی طهماسبی**
دانش آموخته دکتری تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **محمود شمس شرق** (نویسنده مسئول)
دانشیارگروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **رضا میرشکار**
استادیار گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت : خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : مهر ۱۴۰۰
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۷۵۶۶۷۳
Email: m_shams196@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ASJ.2021.343198.2073

چکیده

جهت بررسی استفاده از روغن سوخته تصفیه شده با جاذب‌های معدنی در خوراک جوجه گوشتی و تاثیر آن بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، روغن سویا در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ ساعت حرارت دید، سپس جاذب‌های معدنی به آن افزوده شد. حرارت، سبب افزایش عدد پراکسید، اسیدی، یدی و کربونیل روغن شد (P<۰/۰۵). تصفیه روغن سوخته با جاذب‌های معدنی، کیفیت روغن را بهبود بخشید (P<۰/۰۵). سپس، امکان استفاده از روغن سوخته تصفیه شده در جیره ٤۸۰ قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری راس۳۰۸ در قالب ۸ تیمار، ۵ تکرار (۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار) بررسی شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: T1: شاهد (۳ درصد روغن خام)، T2: روغن خام و ۲۰۰ppm آلفاتوکوفرول، T3: ۳ درصد روغن سوخته، T4: روغن سوخته و ۲۰۰ppm آلفاتوکوفرول، T5: روغن سوخته تصفیه شده با سیلیکات کلسیم، T6: روغن سوخته تصفیه شده با زئولیت، T7: روغن سوخته تصفیه شده با خاکستر پوسته برنج، T8: روغن سوخته تصفیه شده با ترکیب جاذب‌های معدنی. نتایج نشان داد افزودن روغن سوخته منجر به کاهش وزن‌گیری جوجه‌ها و افزایش ضریب تبدیل غذایی شد (P<۰/۰۵). افزودن آلفاتوکوفرول و تصفیه روغن سوخته با جاذب های معدنی بخشی از اثرات منفی روغن سوخته بر عملکرد رشدی را جبران نمود (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی روغن سوخته غلظت پروتئین کل کمتری در مقایسه با سایر پرندگان داشتند (P<۰/۰۵). در نهایت، افزودن آلفاتوکوفرول، سیلیکات کلسیم و ترکیبی از۳ جاذب معدنی به روغن سوخته موجب بهبود عملکرد رشدی و غلظت پروتئین کل خون در جوجه ها شد.

واژه‌های کلیدی: تصفیه روغن سوخته، جاذب معدنی، عملکرد، جوجه گوشتی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 134 pp: 131-144

The effects of using oxidized and refined oils with various mineral adsorbents on growth performance and blood biochemical parameters of broiler chickens

By: Om-hani Tahmasbi [1], Mahmoud Shams Shargh [2] and Reza Mirshekar [3]
1- PhD Graduated of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, (Corresponding author: m_shams196 @yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

Received: June 2020 **Accepted: October 2021**

To investigate the use of oxidized oil refined with mineral adsorbents in broiler feed and its effect on growth performance and blood biochemical parameters, soybean oil was heated at 180 ° C for 20 hours, then mineral adsorbents were added. Heating increased the peroxide, acid, iodine, and carbonyl indexes of the oil ($P < 0.05$). Refinement of the oxidized oil with mineral adsorbents improved oil quality ($P < 0.05$). Then, the possibility of using refined oxidized oil in the diet of 480 broilers of the commercial strain of Ross 308, as 8 treatments with 5 replications (12 chickens per replication), was investigated. Dietary treatments were as: T1: Control (3% crude oil), T2: 3% crude oil+200 ppm α-tocopherol, T3: 3% oxidized oil, T4: 3% oxidized oil+200 ppm α-tocopherol, T5: 3% refined oil using calcium silicate, T6: 3% refined oil using zeolite, T7: 3% refined oil using rice hulls ash, T8: 3% refined oil using a mixture of 3 absorbents. The results showed that oxidized oil inhibited weight gain and increased FCR in broiler chickens when added to the diet ($P < 0.05$). Adding α-tocopherol and refining oil with mineral adsorbents compensated for some adverse effects of oxidized oil on growth performance ($P < 0.05$). Birds fed oxidized oil had the lowest total protein concentration compared to other birds ($P < 0.05$). Finally, α-tocopherol, calcium silicate, and combinations of the three mineral adsorbents added to oxidized oil improved growth performance and blood total protein concentration in broiler chicken.

Key words: Refining oxidized oil, Mineral adsorbent, Performance, Broiler chicken..

مقدمه

روغن‌ها و چربی‌ها به عنوان مهمترین منبع انرژی در تغذیه طیور مطرح می‌باشند. این ترکیبات سبب افزایش تراکم انرژی، بهبود بازده انرژی قابل سوخت و ساز خوراک، افزایش جذب ویتامین-های محلول در چربی، بهبود طعم خوراک، بهبود وضع فیزیکی خوراک و اختلاط بهتر مواد غذایی کم مصرف می‌شوند (Cherian، ۲۰۱۵).

یکی از جایگزین‌های ارزان قیمت انرژی، روغن‌های بازیافتی رستوران‌ها می‌باشد که به منظور سرخ کردن مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. در طی فرآیند تهیه غذا، روغن و یا چربی به مدت ۱۰ ساعت تحت دمای ۲۰۵-۱۵۰ درجه سلسیوس و اکسیژن قرار می‌گیرد. با این وجود، سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع موجود در روغن‌های گیاهی، آن‌ها را به فرآیند اکسیداسیون در زمان حرارت‌دهی حساس ساخته است. به‌طوری-که حرارت بالا در زمان سرخ شدن منجر به تولید رادیکال اسیدهای چرب آزاد شده که ممکن است با اکسیژن واکنش داده و تولید رادیکال آزاد پراکسید و هیدروپراکسید نماید (Cheeke، ۱۹۹۱). به علاوه وجود اکسیژن، رطوبت موجود در خوراک و باقیمانده ترکیبات غذایی منجر به بروز واکنش‌هایی از قبیل

هیدرولیز چربی، تولید پلیمر و دایمرهای اکسید شده، آلدئیدها، کتون‌ها و... شده که کیفیت چربی سوخته را بیش از پیش کاهش می‌دهد (Bulut and Yılmaz، ۲۰۱۰).

به علاوه مصرف روغن پراکسید شده در طیور با مشکلاتی از قبیل کاهش رشد و بازده غذا ، اکسیداسیون چربیهای بدن، انسفالومالاشیا و کاهش زمان نگهداری گوشت (Zhang و همکاران، ۲۰۱۱؛ Tavárez و همکاران، ۲۰۱۱) همراه می‌باشد. بنابراین استفاده از استراتژی‌های تغذیه‌ای جهت بهبود کیفیت چربی بازیافتی و یا محافظت از اندام‌های مختلف بدن در برابر رادیکال‌های آزاد ضروری می باشد. امروزه استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی مناسب نظیر آلفاتوکوفرول، اتوکسی کوئین، بوتیل هیدروکسی آنیزول[1] و بوتیل هیدروکسی تولوئن[2] و همچنین تصفیه و احیاء روغن سوخته با استفاده از جاذب‌های معدنی مورد توجه روزافزون قرار گرفته است. بطوریکه ترکیبات آنتی اکسیدانی با حذف رادیکال‌های آزاد و پیشگیری از تجمع بیش از حد رادیکال‌ها در ارگان‌ها و بافتهای بدن، تاثیر منفی چربی اکسید شده را بر عملکرد حیوان می‌کاهند (Zhang و همکاران، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، جاذب‌های معدنی نیز با حذف ترکیبات نامطلوب و سمی موجود در روغن سوخته منجر به کاهش اسیدیته آزاد، ترکیبات حلقوی و اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن بازیافتی شده و پایداری و کیفیت روغن سوخته را بهبود می‌بخشد (Delles، ۲۰۱۳). در مطالعات مختلف استفاده از روغن سوخته تصفیه شده در تغذیه جوجه‌های گوشتی با بهبود وزن‌گیری، ضریب تبدیل غذایی و نسبت اجزاء لاشه همراه بوده است (Delles، ۲۰۱۳؛ Fernandez-Duenas، ۲۰۰۹). بنابراین تصفیه و احیاء مجدد روغن سوخته و افزایش عمر مفید آن علاوه بر کاهش مشکلات ناشی از دفع روغن، منجر به استفاده موثرتر از منابع خوراکی بازیافتی و کاهش هزینه تولید می‌گردد.

هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی خصوصیات کیفی روغن و امکان استفاده از روغن سوخته تصفیه شده با جاذب های معدنی و آنتی اکسیدان در جیره جوجه‌های گوشتی و بررسی تاثیر آنها بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

تولید روغن سوخته و تیمار آن

برای این منظور مقدار مورد نیاز از روغن خام در دستگاه سرخ کن صنعتی در دمای ۵±۱۸۰درجه سلسیوس گرم شد. سپس، چیپس‌های سیب زمینی (ضخامت ۲ میلی متر) را که از قبل در محلول نمکی ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه خیس شده بودند در روغن داغ سرخ شدند. فرآیند سرخ کردن برای ۵ روز متوالی و روزانه ۴ ساعت انجام شد. نمونه‌های روغن سوخته پس از جمع‌آوری در دمای ۱۰- درجه سلسیوس برای انجام آزمایشات بعدی نگهداری شدند (Farag and Basuny، ۲۰۰۹).

در مرحله بعد به منظور بررسی تاثیر جاذب‌های معدنی و آنتی اکسیدان بر خصوصیات شیمیایی روغن سوخته از زئولیت میکرونیزه (تهیه شده از کارخانه معدنی اصفهان)، سیلیکات‌کلسیم (شرکت سیگما آلدریچ آمریکا، 7.0-10.0µm)، خاکستر پوسته برنج (تهیه شده از کارخانه شالیکوبی) و ویتامین E (به صورت آلفا توکوفرول استات، شرکت سیگما آلدریچ آمریکا) استفاده شد. ۳ جاذب معدنی زئولیت، سیلیکات‌کلسیم و خاکستر پوسته برنج هم به صورت انفرادی و هم به صورت ترکیبی به میزان ۳ درصد به روغن سوخته در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس افزوده شد و به مدت ۱۵ دقیقه با هم مخلوط گردید. سپس، مخلوط حاصله از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ عبور داده شد تا مواد جامد و رسوبات جدا شود (Farag and Basuny، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، ویتامین E (آلفا توکوفرول استات) نیز به عنوان ترکیب آنتی اکسیدانی به میزان ۲۰۰ قسمت در میلیون در قالب دو تیمار مجزا هم به روغن خام و هم به روغن سوخته افزوده شد. روغن حاصله در دمای ۴ درجه سلسیوس تا زمان مصرف در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی نگه‌داری شد.

خصوصیات کیفی روغن

برای اندازه گیری عدد پراکسید از روش AOCS به شماره (cd 8-53) استفاده شد. اندازه‌گیری عدد اسیدی از روش AOCS به شماره (cd 3-63) انجام شد. برای اندازه‌گیری عدد یدی نیز از روش AOCS به شماره (cd 1-25) استفاده شد. عدد کربونیل

[1] - Butylated hydroxyanisole (BHA)
[2] - Butylated hydroxytoluene (BHT)

بر اساس روش AOCS (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد و با توجه به منحنی استاندارد کربونیل، مقدار عدد کربونیل محاسبه شد (AOCS، ۲۰۰۶).

ارزیابی روغن سوخته و تصفیه شده بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

در این تحقیق اثرات استفاده از ۳ درصد روغن خام، سوخته و تصفیه شده بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه ها مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش با ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه Ross 308 مخلوط دو جنس با تعداد یکسان نر و ماده (میانگین وزن اولیه ۱±۴۱ گرم) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۸ تیمار و ۵ تکرار و ۱۲ جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: T1) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن خام (شاهد)، T2) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن خام با ۲۰۰ ppm ویتامین E، T3) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته ، T4) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته با ۲۰۰ ppm ویتامین E، T5) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته تصفیه شده با سیلیکات کلسیم، T6) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته تصفیه شده با زئولیت، T7) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته تصفیه شده با خاکستر پوسته برنج، T8) جیره پایه حاوی ۳ درصد روغن سوخته تصفیه شده با ترکیبی از ۳ جاذب.

قبل از انجام آزمایش میزان پروتئین خام ذرت، کنجاله سویا و گلوتن ذرت در آزمایشگاه اندازه گیری شد (AOAC، ۲۰۰۵). جیره‌های غذایی بر اساس جداول احتیاجات غذایی جوجه های گوشتی راس ۳۰۸ با استفاده از نرم افزار جیره نویسی UFFDA فرموله شدند. همه جیره‌ها دارای انرژی و پروتئین یکسانی بوده و آب و غذا به صورت آردی و آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. جوجه‌ها با جیره‌های آزمایشی از سن ۱ تا ۴۲ روزگی طی ۳ دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) تغذیه شدند. اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش (درصد)

اجزای خوراک	آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
ذرت (۷/۲ درصد پروتئین)	۴۸/۱۵	۵۳/۵۵	۵۹/۷۹
کنجاله سویا (۴۱ درصد پروتئین)	۴۲/۷۱	۳۷/۹۵	۳۲/۷۰
گلوتن ذرت (۶۳/۲ درصد پروتئین)	۲/۰۰	۱/۷۷	۱/۱۱
روغن سویا	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰
دی‌کلسیم فسفات	۱/۶۲	۱/۴۳	۱/۲۶
کربنات کلسیم	۱/۱۴	۱/۰۳	۰/۹۳
مکمل ویتامینی- معدنی[1]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
ال-لیزین	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۴
دی‌ال-متیونین	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۳
نمک	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۳۹
سالینومایسین	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
مواد مغذی محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۶۰	۳۰۲۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۲۴	۲۰/۵۳	۱۸/۴۱
لیزین (درصد)	۱/۳۹	۱/۲۳	۱/۰۹
متیونین + سیستین (درصد)	۱/۰۴	۰/۹۴	۰/۸۶
کلسیم (درصد)	۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۷۴
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۶	۰/۴۱	۰/۳۷

[1] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D۳، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K۳، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۱، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B۲، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B۳، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B۵، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B۶، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۹، ۶ میلی‌گرم بیوتین، ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم.

هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۳۹۶ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم

* جیره های آزمایشی مشابه بوده و تفاوت آنها تنها در نوع روغن مصرفی و افزودنی آلفاتوکوفرول بوده است.

برای بررسی صفات عملکردی سه فاکتور افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در هر دوره پرورشی اندازه گرفته شد. برای محاسبه افزایش وزن اختلاف وزن انتها و ابتدای مقطع پرورش بر اساس روز جوجه تعیین شد. خوراک مصرفی در هر واحد آزمایشی از روی اختلاف بین مقدار خوراک مصرف شده در ابتدای دوره و خوراک باقی مانده در آخر دوره بر مبنای روزجوجه محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن بدست آمد.

برای بررسی فراسنجه های بیوشیمیایی خون، در سن ۴۲ روزگی دو قطعه پرنده نر از هر واحد آزمایشی به میزان ۳ میلی لیتر از طریق ورید بالی خون‌گیری شد. نمونه‌های خون به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و نمونه سرم استحصال شد. محتوای آلبومین، اسید اوریک، گلوکز، پروتئین تام، کلسترول و تری‌گلیسرید به وسیله کیت های تجاری شرکت

پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمی Selectra Pro (XL، هلند) اندازه گیری شد (Richmond، ۱۹۷۳)

داده‌های حاصل در هر دو مرحله آزمایش با استفاده از رویه مدل خطی عمومی نرم‌افزار آماری SAS مورد تجریه واریانس قرار گرفت (SAS/STAT، ۱۹۹۰). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال (P<۰/۰۵) انجام شد. داده های جمع آوری شده با استفاده از مدل زیر، تجزیه و تحلیل شدند:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

که y_{ij} مقدار مشاهدات (اثر j امین تیمار بر i امین تکرار)، μ میانگین جامعه، τ_j ، اثر تیمار jام، ε_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج و بحث

شاخص‌های کیفی روغن

شاخص‌های کیفی روغن‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. پایین‌ترین شاخص برای اعدادپراکسید، یدی، اسیدی و کربونیل در روغن خام و یا روغن خام حاوی آلفاتوکوفرول مشاهده شد (P<۰/۰۵). حرارت دادن روغن خام منجر به افزایش تمامی شاخص‌های کیفی شد (P<۰/۰۵). با این وجود، تصفیه روغن سوخته با استفاده از جاذب های معدنی بخشی از اثر منفی حرارت را جبران کرد. بهترین نتایج در زمان تصفیه روغن سوخته با ترکیب همزمان ۳ جاذب معدنی مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۲- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای کیفی روغن

جیره‌های آزمایشی	عدد پراکسید (mEq/kg)	عدد یدی (g I_2/ 100 g oil)	عدد اسیدی (mg/KOH g)	عدد کربونیل (µmol/g)
T1	۰/۷۴^{f}	۵۸/۷۷^{d}	۲/۲۰^{d}	۶/۷۹^{e}
T2	۰/۶۴^{f}	۴۳/۴۰^{e}	۱/۹۳^{d}	۷/۵۳^{e}
T3	۷/۹۳^{a}	۱۰۲/۹۲^{a}	۵/۲۰^{a}	۱۷/۸۲^{a}
T4	۲/۷۵^{e}	۹۵/۷۳^{a}	۳/۲۰^{c}	۱۴/۵۶^{b}
T5	۳/۷۹^{c}	۷۹/۵۳^{c}	۳/۲۰^{c}	۱۲/۱۴^{cd}
T6	۴/۱۴^{b}	۸۲/۶۸^{bc}	۳/۲۶^{c}	۱۳/۸۵^{b}
T7	۳/۴۳^{d}	۹۳/۹۸^{ab}	۴/۰۰^{b}	۱۳/۴۹^{bc}
T8	۳/۶۳^{d}	۶۴/۸۳^{d}	۲/۹۰^{c}	۱۰/۷۹^{d}
SEM	۰/۴۴	۴/۱۶	۰/۲۱	۰/۷۳
P-Value	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱

در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

T1: روغن خام (بدون افزودنی)، T2: روغن خام با Vit E، T3: روغن سوخته ، T4: روغن سوخته با Vit E، T5: روغن سوخته با سیلیکات کلسیم، T6: روغن سوخته با زئولیت، T7: روغن سوخته با خاکستر پوسته برنج، T8: روغن سوخته با ترکیبی از ۳ جاذب معدنی.

در آزمایش کنونی حرارت دادن روغن منجر به افزایش ۱۰ برابری عدد پراکسید در روغن شد. بطورکلی عدد پراکسید مهمترین معیار تعیین فساد روغن می‌باشد که با افزایش زمان نگهداری، اعمال حرارت و یا وجود هوا در نمونه‌های روغن افزایش می‌یابد. حرارت بالا سبب تغییرات اکسیداتیو در گروه‌های آسیل غیراشباع در گلیسریدها و دیگر اجزاء غیر اشباع روغن‌ها و چربی‌ها شده که خود باعث تولید رادیکال‌های جدید و افزایش تصاعدی مشتقات پراکسید اسید چرب و در نهایت فساد اولیه روغن می‌شود (Zahir و همکاران، ۲۰۱۷). افزایش محتوای پراکسید روغن در اثر حرارت دهی در سایر مطالعات گزارش شده

است (Lindblom ، ۲۰۱۷). بطوری‌که این محقق شاخص فوق را در روغن تازه و حرارت ندیده mEq/kg ۲/۰ گزارش نمود، درحالیکه در روغن سوخته تا دمای ۹۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس، ارزش پراکسید به mEq/kg ۹۵/۶ و ۳ /۱۴۳ افزایش یافت.

استفاده از آلفاتوکوفرول منجر به کاهش عدد پراکسید روغن شد. توکوفرول‌ها، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند که نقش محافظت از لیپیدها در برابر تخریب و تجزیه را به عهده دارند. این ترکیبات با به دام انداختن هیدروپراکسیدهای حد واسط سبب توقف زنجیره اتواکسیداسیون می‌شوند. به علاوه، آلفاتوکوفرول پایداری بسیار بالایی در برابر حرارت دارد (Zahir و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین به نظر می رسد آلفا توکوفرول مورد استفاده در آزمایش کنونی به خوبی توانسته مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون در زمان حرارت دهی را بالا برده و تولید پراکسید را به تعویق اندازد.

عدد پراکسید با استفاده از تمام ترکیبات جاذب کاهش یافت. بر اساس نتایج، بیشترین قابلیت جذب کنندگی در بین نمونه‌های جاذب، متعلق به تیمار روغن سوخته تصفیه شده با خاکستر پوسته برنج و ترکیب همزمان جاذب‌های معدنی بود. مطابق با این نتایج، Bulut and Yılmaz (۲۰۱۰) کاهش ارزش پراکسید و همچنین محتوای تمامی ترکیبات قطبی را در روغن‌های سوخته توسط خاک دیاتومه، زئولیت طبیعی و آهک (به ترتیب به میزان ۳۰، ۵۰ و ۴۲ درصدی) گزارش نمودند. به علاوه این محققان عنوان نمودند استفاده از ترکیب هر سه جاذب به صورت همزمان دارای اثر افزایشی بر کاهش ارزش پراکسید (۷۲ درصد) می‌باشد.

عدد یدی نشان دهنده نرخ اکسیداسیون در جایگاه‌های پیوند دوگانه اسید چرب بوده که با کاهش اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک و تشکیل اسیدهای چرب اشباع همراه است. مطابق با نتایج کنونی، Idun-Acquah و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند که محتوای اسیدهای چرب اشباع در روغن حرارت دیده به میزان ۲/۴۱ درصد افزایش یافت. همچنین Shyu و همکاران (۱۹۹۸) کاهش ۷ درصدی در نسبت C18:2/C16:0 و افزایش ۳ برابری در عدد یدی را در روغن سویا توسط حرارت دهی به مدت ۲۰ دقیقه گزارش نمودند که تایید کننده نتایج کنونی می‌باشد. تصفیه روغن سوخته منجر به کاهش عدد یدی روغن حرارت دیده شد. Vankar (۲۰۱۱) گزارش نمود عدد یدی در روغن سوخته تصفیه شده به میزان موجود در روغن خام کاهش می‌یابد.

حرارت دادن روغن منجر به افزایش ۲/۳ برابری عدد اسیدی روغن شد. اسیدیته محصول تند شدن هیدرولیتیک است که باعث شکستن اتصال استری مولکول تری گلیسرید و آزاد شدن اسیدهای چرب می‌شود. افزایش محتوی اسیدهای چرب آزاد در روغن در نتیجه‌ی حرارت دهی روغن در مطالعات بسیاری به اثبات رسیده است (Idun-Acquah و همکاران، ۲۰۱۶).

در آزمایش کنونی بیشترین کاهش عدد اسیدی مربوط به تصفیه روغن سوخته توسط مصرف همزمان ۳ جاذب، سیلیکات و زئولیت و روغن سوخته به همراه ویتامین E بود. مطالعات نشان می‌دهد اثربخشی جاذب‌های معدنی در جذب اسیدهای چرب آزاد به اندازه ذرات مولکولی، وجود بار الکتریکی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها برای اتصال به ترکیبات کلوئیدی معلق و یا حل کردن سوبستراهایی با وزن مولکولی بالا بستگی دارد. بطوری‌که ترکیباتی با اندازه ۵۰-۲۰ میکرومتر و دارای بار الکتریکی مثبت در ساختار خود، دارای توان بالاتری در حذف آلودگی‌های روغن می‌باشند. بر این اساس، آلومینیوم سیلیکات به دلیل دارا بودن شارژ الکتریکی مثبت به ترکیباتی با بار الکتریکی منفی جذب شده و از جدا شدن آنها پیشگیری نموده، بنابراین پس از فیلتراسیون ترکیبات زائد روغن خارج می شود. مطابق با این نتایج، Fahri و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که نسبت اسیدهای چرب آزاد در روغن‌های سرخ شدنی با استفاده از ترکیبات سیلیکاته تا ۵ برابر کاهش می‌یابد. این میزان در زمان استفاده از مصرف همزمان ۴ جاذب معدنی ۸/۷ برابر بود (Lin و همکاران، ۱۹۹۹). مشابه سایر پارامترهای کیفی روغن، حرارت روغن منجر به افزایش عدد کربونیل شد. بطورکلی عدد کربونیل نمایانگر تغییرات اکسایشی چربی‌ها و میزان آلدئیدها و کتونها می‌باشد که سبب ایجاد طعم نامطلوب و کاهش ارزش تغذیه‌ای روغن می‌شود. مطابق با نتایج این مطالعه Farhoosh and Kafrani

(۲۰۱۰) بیان کردند که عدد کربونیل روغن آفتابگردان پس از ۳۲ ساعت سرخ کردن از ۷/۹ میکرومول بر گرم به ۷۰/۹ میکرومول بر گرم رسید. تصفیه روغن سوخته با جاذب های معدنی منجر به کاهش چشمگیر عدد کربونیل شد. این نتایج مطابق با نتایج ارائه شده توسط Bulut and Yılmaz (۲۰۱۰) بود. این محققان نشان دادند جاذب‌های معدنی به دلیل دارا بودن لایه هایی با بار الکتریکی متضاد و از طریق نیروی الکترواستاتیک، ترکیبات اولیه و ثانویه ایجاد شده در روغن سوخته را جذب نموده و منجر به کاهش عدد کربونیل می‌شوند.

شاخص‌های عملکرد رشدی

نتایج مربوط به شاخص‌های عملکرد رشدی به‌صورت دوره‌ای و در کل دوره پرورشی در (جدول۳) ارائه شده است. استفاده از روغن سوخته در جیره پرندگان منجر به کاهش چشم‌گیری در افزایش وزن جوجه‌ها در دوره آغازین، رشد و کل دوره پرورش در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی روغن خام و روغن خام به همراه ویتامین E شد (P<۰/۰۵).همچنین، در این دوره های پرورشی، پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته به همراه ویتامین E افزایش وزن بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته داشتند (P<۰/۰۵). در دوره آغازین، پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن سوخته تصفیه شده با جاذب های معدنی دارای افزایش وزن بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته بودند. در کل دوره نیز پرندگان تغذیه شده با جیره-های حاوی روغن سوخته تصفیه شده با سیلیکات کلسیم و سه جاذب معدنی افزایش وزن بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته داشتند (P<۰/۰۵). مصرف خوراک پرندگان در هیچ یک از دوره‌های پرورش تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در کل دوره پرورش، پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی روغن خام، روغن خام به همراه ویتامین E، روغن سوخته تصفیه شده با خاکستر پوسته برنج و سه جاذب معدنی ضریب تبدیل خوراک بهتری را در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته و روغن سوخته تصفیه شده با زئولیت داشتند (P<۰/۰۵).

کاهش وزن و افزایش ضریب تبدیل غذایی در زمان مصرف روغن سوخته ناشی از اثرات سوء چربی‌های اکسید شده است که با محتوای انرژی قابل متابولیسم چربی و همچنین کاهش بازده پروتئین و چربی موجود در خوراک بر عملکرد رشد حیوان تاثیر می‌گذارد (Kishawy و همکاران، ۲۰۱۶؛ Liang و همکاران، ۲۰۱۵). محققان نشان دادند که استفاده از روغن اکسید شده در جوجه‌های گوشتی با نشانه‌هایی از قبیل کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش رشد، ضریب تبدیل غذایی نامناسب، افزایش حساسیت به استرس‌های محیطی و میکروبی، لنگش، افزایش تلفات، اسهال، تغییر در سیالیت و نفوذپذیری غشاءهای بدن همراه است. بخش دیگری از کاهش مولفه‌های رشد می‌تواند مرتبط با اختلال و نقص در جذب برخی از مواد مغذی بویژه لیپیدها باشد و وزن گیری حیوان را با اختلال مواجه می‌سازد (Ruiz-Gutierrez and Muriana، ۱۹۹۲). از سوی دیگر نشان داده شده است زمانیکه پرنده در ابتدای دوره پرورش با چربی‌های بی-کیفیت تغذیه شود، جمعیت میکروبی کلونیزه شده در روده تغییر می‌کند. تغییر جمعیت میکروبی روده می‌تواند تکثیر سلول‌های جذبی دستگاه گوارش را محدود کرده و توسعه دستگاه گوارش را با تاخیر مواجه سازد. به علاوه افزایش ضخامت روده، رقابت با میزبان برای انرژی و پروتئین خوراک و همچنین افزایش نیاز غذایی میزبان از طریق افزایش بازچرخش موکوس روده در زمان کلونیزاسیون این باکتری‌ها، سبب کاهش بازده غذایی و کاهش رشد در طیور می‌شوند (Blok ، ۲۰۰۲). مطابق با این نتایج، Gaafar (۲۰۱۴) کاهش ۲/۳۸ درصدی در نرخ رشد روزانه و افزایش ۳/۷۲ درصدی FCR را گزارش نمودند. همچنین Kishawy و همکاران (۲۰۱۶) نیز کاهش ۱۲ درصدی وزن بدن و افزایش ۵/۶ درصدی FCR را در جوجه‌های گوشتی با استفاده از روغن سوخته و اکسید شده مشاهده نمودند.

افزودن آلفاتوکوفرول منجر به بهبود رشد در جوجه‌های گوشتی شد. مطالعات نشان می‌دهد ویتامین E تنها آنتی‌اکسیدانی است که از طریق دیواره روده جذب شده و در بافت چربی ذخیره می‌شود. بطوری‌که استفاده از ویتامین E منجر به بهبود ۳ برابری پایداری

چربی در بدن طیور می‌شود. این امر به ویژه در زمان استفاده از روغن‌های اکسید شده حائز اهمیت می‌باشد. همچنین نشان داده شده است که ویتامین E با بهبود یکپارچگی بافت‌های پوششی بدن از جمله بافت روده منجر به هضم و جذب بهتر مواد غذایی و خنثی سازی انتروتوکسین ها شده و از این طریق به رشد بیشتر پرنده کمک می‌نمایند (Tufarelli و همکاران، ۲۰۱۶).

استفاده از روغن سوخته تیمار شده با جاذب‌های مختلف و یا آلفاتوکوفرول نیز مولفه‌های رشد را بهبود بخشید. این ترکیبات می‌تواند با حذف ترکیبات اولیه و ثانویه پراکسیداسیون چربی، اثرات منفی روغن سوخته در خوراک را تعدیل نمایند. با توجه به آنکه پراکسیداسیون چربی‌های خوراکی، یک مکانیسم مؤثر در تخریب غشاهای زیستی، تجزیه DNA و توسعه واکنش‌های التهابی است، بنابراین ممانعت از پراکسیداسیون با استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و یا جذب ترکیبات پراکسیدی با افزودن جاذب‌های مختلف منجر به کاهش التهاب و در نتیجه بهبود وزن گیری می‌شود (Tavárez و همکاران، ۲۰۱۱).

بخشی دیگر از بهبود عملکرد در زمان مصرف روغن سوخته تصفیه شده، احتمالاً از طریق بهبود ساختار موکوسی، بهبود سلامت روده و سلامت کلی حیوان از طریق حذف سوبسترای سیتوتوکسیک، مهار پاتوژن‌ها و کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می‌باشد. بطورکلی جوجه گوشتی در حدود ۱۲ درصد پروتئین سنتز شده را به مصرف دستگاه هضمی می‌رساند. وجود رادیکال‌های آزاد سبب افزایش سرعت بازچرخش سلول‌های روده شده و نیاز انرژی برای نگهداری سیستم هضمی را افزایش می‌دهد. بنابراین این احتمال وجود دارد که بهبود سلامت دستگاه گوارش در زمان استفاده از روغن سوخته تصفیه شده به بهبود عملکرد منتهی شود (Blok، ۲۰۰۲). بهبود وزن‌گیری و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با روغن سوخته تصفیه شده در سایر مطالعات گزارش شده است (Tavárez و همکاران، ۲۰۱۱؛ Liang و همکاران، ۲۰۱۵) که مطابق با نتایج ارائه شده در تحقیق کنونی است.

اثربخشی متفاوت جاذب‌های مختلف در بهبود وزن‌گیری و ضریب تبدیل غذایی احتمالاً مرتبط با ساختار فیزیکوشیمیایی جاذب‌های معدنی است. بطوری‌که سیلیکات به دلیل جذب بالاتر ترکیبات اولیه و ثانویه اکسیداسیون چربی تاثیر بیشتری بر عملکرد دارد.

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های عملکرد رشدی جوجه های گوشتی

	تیمار	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	SEM	P-Value
افزایش وزن (گرم)	آغازین	۴۴۳/۷۷^{a}	۴۵۰/۰۳^{a}	۳۸۴/۷۲^{c}	۴۲۸/۸۰^{ab}	۴۱۸/۵۷^{b}	۴۱۵/۶۳^{b}	۴۱۹/۶۰^{b}	۴۲۶/۹۷^{ab}	۴/۵۴	۰/۰۱
	رشد	۷۷۶/۴۱^{a}	۷۸۷/۶۲^{a}	۷۱۱/۷۸^{c}	۷۴۳/۹۳^{b}	۷۳۹/۰۸^{bc}	۷۲۹/۱۰^{bc}	۷۳۰/۵۷^{bc}	۷۴۱/۸۶^{bc}	۵/۶۰	۰/۰۱
	پایانی	۱۱۸۷/۸۴	۱۱۷۱/۹۳	۱۱۵۲/۶۹	۱۱۶۲/۲۱	۱۱۷۵/۹۱	۱۱۵۷/۸۸	۱۱۵۹/۹۵	۱۱۹۲/۵۲	۷/۱۹	۰/۵۶
	کل‌دوره	۲۴۰۸/۰۳^{a}	۲۴۰۹/۵۸^{a}	۲۲۴۹/۲۱^{c}	۲۳۳۴/۹۵^{b}	۲۳۳۳/۵۶^{b}	۲۳۰۲/۶۲^{bc}	۲۳۱۰/۱۳^{bc}	۲۳۶۱/۳۵^{ab}	۱۳/۵۹	۰/۰۱
خوراک مصرفی (گرم)	آغازین	۴۹۷/۳۶	۴۹۷/۲۲	۴۸۳/۲۴	۵۰۴/۸۷	۴۸۳/۸۸	۵۰۲/۰۹	۴۹۷/۸۲	۴۹۴/۸۹	۵/۶۷	۰/۹۸
	رشد	۱۱۴۹/۷۳	۱۱۹۴/۵۳	۱۱۳۸/۰۹	۱۱۶۵/۵۵	۱۱۴۵/۱۱	۱۱۴۴/۸۶	۱۱۴۸/۸۶	۱۱۳۵/۷۴	۸/۷۱	۰/۸۱
	پایانی	۲۷۵۱/۶۵	۲۷۷۷/۳۳	۲۷۷۴/۳۶	۲۷۳۰/۹۸	۲۷۵۱/۸۶	۲۷۹۵/۴۰	۲۶۷۳/۸۱	۲۷۷۷/۸۳	۱۶/۰۲	۰/۷۲
	کل‌دوره	۴۳۹۸/۷۵	۴۴۶۹/۱۰	۴۳۹۵/۷۱	۴۴۰۱/۴۱	۴۳۸۰/۸۴	۴۴۴۲/۳۳	۴۳۲۰/۵۰	۴۴۰۸/۴۷	۱۸/۹۳	۰/۷۷
ضریب تبدیل غذایی	آغازین	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۲۵	۱/۱۷	۱/۱۵	۱/۲۰	۱/۱۸	۱/۱۶	۰/۰۱	۰/۱۱
	رشد	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۵۹	۱/۵۶	۱/۵۵	۱/۵۷	۱/۵۷	۱/۵۳	۰/۰۱	۰/۱۵
	پایانی	۲/۳۱	۲/۳۰	۲/۴۰	۲/۳۵	۲/۳۴	۲/۴۱	۲/۳۱	۲/۳۳	۰/۰۱	۰/۲۷
	کل‌دوره	۱/۸۲^{d}	۱/۸۳^{d}	۱/۹۵^{a}	۱/۸۸^{bc}	۱/۸۷^{bc}	۱/۹۳^{ab}	۱/۸۷^{cd}	۱/۸۶^{cd}	۰/۰۱	۰/۰۱

در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

T1: روغن خام (بدون افزودنی)، T2: روغن خام با Vit E، T3: روغن سوخته ، T4: روغن سوخته با Vit E، T5: روغن سوخته با سیلیکات کلسیم، T6: روغن سوخته با زئولیت، T7: روغن سوخته با خاکستر پوسته برنج، T8: روغن سوخته با ترکیبی از ۳ جاذب معدنی.

فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون در جدول ۴ آورده شده است. به استثناء محتوای پروتئین کل و آلبومین خون، مکمل‌سازی جیره‌های غذایی جوجه های گوشتی توسط روغن سوخته تصفیه نشده و تصفیه شده تاثیر معنی‌داری بر میانگین غلظت اسید اوریک، گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید خون نداشت (P>۰/۰۵). پرندگانی که جیره حاوی روغن سوخته تغذیه می کردند کمترین غلظت پروتئین کل (P<۰/۰۵) را در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با سایر جیره ها نشان دادند. همچنین، آلبومین سرم کمتری در (P<۰/۰۵) پرندگان تغذیه شده با روغن سوخته در مقایسه با پرندگان دریافت کننده روغن خام و روغن سوخته تصفیه شده با سیلیکات کلسیم مشاهده شد.

وجود چربی اکسید شده در جیره جوجه های گوشتی منجر به کاهش پروتئین کل (TP) سرم شد. مشخص شده است که رادیکال‌های آزاد حاصل از اکسید شدن روغن در درجه حرارت‌های بالا، سبب اختلال در سنتز اسیدهای نوکلئیک و فعالیت ترکیبات دخیل در سنتز پروتئین از قبیل هورمون رشد و گلوکوکورتیکوئیدها می‌شود که به کاهش TP منتهی می‌شود. بخشی دیگر از کاهش TP نیز احتمالاً به دلیل افزایش دفع پروتئین توسط ادرار به دنبال مسمومیت و یا اختلال در جذب اسیدهای آمینه موجود در غذای پرنده به دلیل آسیب مخاط روده و کاهش سطح جذب آن می‌باشد (Fernandez-Duenas، ۲۰۰۹). مطابق این نتایج برخی محققان، کاهشی در محتوای پروتئین پلاسما در زمان مسمومیت با چربی اکسید شده را گزارش نمودند (Abdelqadir و همکاران، ۲۰۱۴). به علاوه کاهش میزان آلبومین سرم در زمان تغذیه طیور با روغن سوخته ممکن است در ارتباط با کمتر شدن قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه در حضور سطوح بالای چربی اکسید شده در جیره باشد. چراکه کاهش قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه شاخه‌دار و همچنین آرژنین منجر به کاهش سنتز آلبومین توسط کبد می‌شود (Delles، ۲۰۱۳). به علاوه سنتز آلبومین تحت تأثیر هورمون رشد، انسولین،

هورمون‌های تیروئیدی و کورتیکواستروئیدها است. رادیکال‌های آزاد موجود در روغن اکسید شده در متابولیسم انسولین و هورمون رشد اختلال ایجاد کرده و سبب کاهش ساخت آلبومین می‌گردد (Falade و همکاران، ۲۰۱۵). این محققان در زمان مصرف چربی اکسید شده در موش کاهش محتوای آلبومین پلاسما را گزارش نمودند.

جدول ٤- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخصه‌های بیوشیمیایی سرم خون

تیمار	آلبومین (g/dl)	پروتئین کل (g/dl)	اسید اوریک (mg/dl)	گلوکز (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	تری‌گلیسیرید (mg/dl)
T1	۲/۰۸^{a}	۴/۹۴^{a}	۴/۱۶	۱۴۰/۴۱	۱۹۷/۰۸	۸۹/۸۲
T2	۱/۹۲ ^{abc}	۴/۸۲^{a}	۴/۴۰	۱۳۷/۶۰	۱۹۶/۲۹	۹۲/۶۱
T3	۱/۷۴^{c}	۴/۳۸^{b}	۴/۵۱	۱۵۱/۳۲	۲۰۲/۵۱	۹۵/۸۷
T4	۱/۸۶ ^{bc}	۴/۸۵^{a}	۴/۲۴	۱۴۷/۳۳	۲۱۳/۲۹	۹۰/۳۶
T5	۱/۹۴ ^{ab}	۴/۹۱^{a}	۴/۳۴	۱۳۴/۶۶	۲۰۶/۳۸	۹۲/۱۸
T6	۱/۹۳^{abc}	۴/۸۴^{a}	۴/۱۱	۱۴۳/۱۳	۲۱۸/۰۰	۹۰/۲۱
T7	۱/۸۷^{bc}	۵/۰۵^{a}	۴/۱۹	۱۳۳/۸۷	۲۰۳/۱۱	۸۶/۵۶
T8	۱/۹۱ ^{abc}	۴/۹۷^{a}	۴/۲۵	۱۳۵/۴۷	۲۰۷/۲۲	۸۶/۸۸
SEM	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۳/۶۳	۲/۱۲	۱/۴۰
	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۴۶	۰/۰۷	۰/۸۵

در هر ستون میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<۰/۰۵$).

T1: روغن خام (بدون افزودنی)، T2: روغن خام با Vit E، T3: روغن سوخته ، T4: روغن سوخته با Vit E، T5: روغن سوخته با سیلیکات کلسیم، T6: روغن سوخته با زئولیت، T7: روغن سوخته با خاکستر پوسته برنج، T8: روغن سوخته با ترکیبی از ۳ جاذب معدنی.

نتیجه‌گیری

استفاده از چربی اکسید شده به دلیل کیفیت پایین و دارا بودن سطوح بالای ترکیبات ضدمغذی تاثیر منفی بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مکمل‌سازی روغن سوخته با آلفاتوکوفرول و یا تصفیه روغن سوخته با جاذب‌های معدنی، محتوای پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و میزان کربونیل را تا حد قابل قبولی کاهش داد. افزودن ویتامین E ، سلیکات کلسیم و ترکیبی از۳ جاذب معدنی به روغن سوخته منجر به بهبود عملکرد رشد شد که نشان دهنده توانایی بیشتر این ترکیب در حذف ترکیبات نامطلوب و سمی موجود در روغن اکسید شده می‌باشد.

منابع

Abdelqadir, M.O., Mohammed, A.A., Mohammad, K.A., Mohammad, A. and Arabi, S.A. (2014). The effects of different levels of dietary frying olein oil on broiler chickens performance. *International Journal of Innovative Agriculture and Biology Research*, 2(4): 34.

AOAC. (2005). Association of official analytical chemists, official method of analysis. 18th (Ed). Maryland, USA.

AOCS. (2006). Official methods of analysis, oven storage test for accelerated aging of olis, AOCS press champion IL.

Blok, M.C. (2002). Nutrition and health of the gastrointestinal tract. Wageningen Academic Pub .pp: 112-167.

Bulut, E. and Yılmaz, E. (2010). Comparison of the frying stability of sunflower and refined olive pomace oils with/without adsorbent treatment. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 87(10): 1145-1153.

Cheeke, P.R. (1991). Applied Animal Nutrition: Feeds and Feeding. MacMillan Publishing Company, New York, USA. pp: 32-90.

Cherian, G. (2015). Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 6(1): 28.

Delles, R.M. (2013). Dietary antioxidant supplementation (Economase-Bioplex) to alleviate adverse impacts of oxidized oil on broiler meat quality: A chemical, textural, enzymatic, and proteomic study. PhD thesis, University of Kentucky.

Farag, R.S. and Basuny, A.M. (2009). Improvement in the quality of used sunflower oil by organic and inorganic adsorbents. *International journal of food science and technology*. 44(9): 1802-1808.

Fahri, Y., Onur, O. and Ozge, O. (2015). Changes in Quality Characteristics of Different Deep Frying Fats During Frying and Regeneration Potentials of Different Adsorbents in Wasted Frying Oils. *Journal of Food and Nutrition Research*. 3(3): 176-181.

Falade, A.O., Oboh, G., Ademiluyi, A.O. and Odubanjo, O.V. (2015). Consumption of thermally oxidized palm oil diets alters biochemical indices in rats. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 4(2): 150-156.

Farhoosh, R. and Kafrani, M.H.T. (2010). Frying performance of the hull oil unsaponifiable matter of Pistacia atlantica subsp. mutica. *European journal of lipid science and technology*. 112(3): 343-348.

Fernandez-Duenas, D.M. (2009). Impact of oxidized corn oil and synthetic antioxidant on swine performance, antioxidant status of tissues, pork quality and shelf life evaluation. PhD thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign.

Gaafar, K.M. (2014). Effects of feeding broiler chickens on diets contained semi-refined or frying sunflower oil on their growth performance and carcass traits. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 3(2): 2319-1473.

Idun-Acquah, N., Obeng, G.Y. and Mensah, E. (2016). Repetitive Use of Vegetable Cooking Oil and Effects on Physico-Chemical Properties–Case of Frying with Redfish (Lutjanus fulgens). *Science and Technology*. 6(1): 8-14.

Kishawy, A.T., Omar, A.E. and Gomaa, A.M. (2016). Growth performance and immunity of broilers fed rancid oil diets that supplemented with pomegranate peel extract and sage oil. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 64(2): S31-S38.

Liang, F., Jiang, S., Mo, Y., Zhou, G. and Yang, L. (2015). Consumption of oxidized soybean oil increased intestinal oxidative stress and affected intestinal immune variables in yellow-feathered broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 28(8): 1194.

Lin, S., Akoh, C.C. and Reynolds, A.E. (1999). Determination of optimal conditions for selected adsorbent combinations to recover used frying oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76(6): 739-744.

Lindblom, S.C. (2017). Impacts of feeding peroxidized oils on growth and oxidative status in swine and poultry. *Animal Feed Science and Technology*. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.06.013.

Richmond, W. (1973). Preparation and properties of a cholesterol oxidase from Nocardia sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. Clinical Chemistry. 19: 1350-1356.

Ruiz-Gutierrez, V. and Muriana, F.J.G. (1992). Effect of ingestion of thermally oxidized frying oil on desaturase activities and fluidity in rat-liver microsomes. *Journal of nutritional*

biochemistry. 3(2): 75-79.

SAS Institute. (1990). SAS/STAT® User's guide, release 6.03 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.

Shyu, S.L., Hau, L.B. and Hwang, L.S. (1998). Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 75(10), 1393-1398.

Tavárez, M.A., Boler, D.D., Bess, K.N., Zhao, J., Yan, F., Dilger, A.C. and Killefer, J. (2011). Effect of antioxidant inclusion and oil quality on broiler performance, meat quality, and lipid oxidation. *Poultry Science*. 90(4): 922-930.

Tufarelli, V., Laudadio, V., Dhama, K., Malik, Y.S. and Prasad, M. (2016). Antioxidant activity of vitamin E and its role in avian reproduction. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 4(3): 266-272.

Vankar, P.S. (2011). Regeneration of used soybean frying oils with rampad adsorbent. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 10(4), 2065.

Zahir, E., Saeed, R., Hameed, M.A. and Yousuf, A. (2017). Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR) Spectroscopy. *Arabian Journal of Chemistry*. 10: S3870-S3876.

Zhang, W., Xiao, S., Lee, E.J. and Ahn, D.U. (2011). Consumption of oxidized oil increases oxidative stress in broilers and affects the quality of breast meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(3): 969-974.