



## "مقاله پژوهشی"

# تأثیر مصرف سطوح مختلف پیتیدهای زیست فعال کنجاله پنبه‌دانه بر راندمان تولید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرمی جوجه‌های گوشتی

محمد محمدرضائی<sup>۱</sup>، بهمن نویدشاد<sup>۲</sup> و عباسعلی قیصری<sup>۳</sup>

۱- گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
۲- گروه علوم دامی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسؤل: bnavidshad@uma.ac.ir)  
۳- مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ایران  
تاریخ ارسال: ۹۹/۰۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۱۳  
صفحه: ۸۳ تا ۹۱

### چکیده

کنجاله پنبه‌دانه با استفاده از پنج نوع آنزیم آلکالاز، کیموتریپسین، پپسین، تریپسین و پانکراتین هیدرولیز شد. آزمایش با استفاده از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار از سن یک تا ۳۵ روزگی و طی دو دوره پرورش آغازین (۱۵-۱ روزگی) و رشد (۳۵-۱۶ روزگی) انجام گرفت. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از جیره کنترل، جیره کنترل دارای آنتی‌بیوتیک محرک رشد زینک باسیتراکسین (۷۰ mg/kg) و جیره‌های آزمایشی حاوی ۱۵ یا ۲۰ گرم در کیلوگرم پیتید زیست فعال کنجاله پنبه‌دانه که جایگزین مقادیر برابری از ذرت و کنجاله سویای جیره شدند. مصرف خوراک، اضافه وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی برای هر قفس (تکرار) طی سه دوره پرورشی (آغازین، رشد و کل دوره) اندازه‌گیری و محاسبه شدند. در سن ۳۵ روزگی، از سیاه‌رگ بال ۳ قطعه پرنده در هر تکرار مقدار پنج میلی‌لیتر خون جهت اندازه‌گیری فراسنج‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون تهیه شد. در پایان دوره پرورش تعداد سه پرنده از هر قفس به‌طور انفرادی وزن‌کشی و کشتار شدند و وزن نسبی اجزای لاشه، اندام‌های گوارشی و لنفوئیدی و همچنین طول قسمت‌های مختلف روده کوچک اندازه‌گیری شد. در کل دوره‌ی آزمایش بیشترین و کمترین اضافه وزن به ترتیب در گروه آنتی‌بیوتیک و گروه کنترل ثبت شدند و گروه‌های دارای آنتی‌بیوتیک و پیتید مصرف خوراک و همچنین ضریب تبدیل غذایی بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند. غلظت نیتریک اکسید سرم در گروه دریافت‌کننده ۱۵ گرم در کیلوگرم پیتید بالاتر از گروه کنترل و همچنین گروه دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک بود. غلظت مالون‌دی‌آلدئید در گروه‌های دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و یا پیتید پایین‌تر از گروه کنترل بود و غلظت گلوکاتایون پراکسیداز در دو گروه دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و سطح ۱۵ گرم در کیلوگرم پیتید کنجاله پنبه‌دانه بالاتر از دو گروه دیگر بود. غلظت سوپراکسید دیسموتاز سرم در گروه‌های دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و یا سطوح مختلف پیتید بالاتر از گروه کنترل بود و غلظت کل آنتی‌اکسیدان‌های سرم تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. مصرف آنتی‌بیوتیک و همچنین پیتید باعث کاهش معنی‌دار چربی حفره شکمی در مقایسه با گروه کنترل شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پیتیدهای زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه تولیدشده توسط هیدرولیز آنزیمی باعث بهبود عملکرد رشد و همچنین فراسنج‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون جوجه‌های گوشتی می‌شوند. این نتایج پیشنهاد می‌نمایند که پیتیدهای زیست فعال کنجاله پنبه‌دانه پتانسیل استفاده به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک محرک رشد در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی را دارا است.

واژه‌های کلیدی: پیتیدهای زیست‌فعال، جوجه‌ی گوشتی، شاخص‌های اکسیداتیو، صفات تولیدی، کنجاله پنبه‌دانه

### مقدمه

پنبه به‌عنوان یک محصول راهبردی در بیش از ۸۰ کشور دنیا تولید می‌شود. رایج‌ترین گونه‌های زیر کشت از پنبه *Gossypium hirsutum* و *G. barbadense* هستند (۴۳). اگرچه هدف اصلی در کشت پنبه استفاده از الیاف ارزشمند آن است اما به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم الیاف استحصالی از پنبه حدود ۱۵۰ کیلوگرم محصولات فرعی از جمله پنبه‌دانه نیز تولید می‌شود (۸) که حاوی مقادیر قابل توجهی چربی، پروتئین، کربوهیدرات و مواد معدنی است (۵). بخش چربی پنبه‌دانه، روغنی با ارزشی است که کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی دارد (۸). از پنبه‌دانه کامل و یا روغن‌گیری‌شده به‌طور معمول به‌عنوان خوراک دام و نیز کود زراعی استفاده می‌شود (۳۶). در سال‌های اخیر استفاده‌ی صنعتی از اجزاء فرامغذی پروتئین‌ها و پیتیدهای موجود در کنجاله پنبه‌دانه و پروتئین‌های جداسازی‌شده‌ی آن نتایج امیدوارکننده‌ای

به‌همراه داشته است (۴۵). هضم آنزیمی یکی از بهترین و قابل‌اعتمادترین روش‌ها برای تولید پیتیدهای کوچک با کاربردهایی فرامغذی و از جمله با فعالیت آنتی‌اکسیدانی است. تاکنون این محصولات حاصل از هیدرولیز با خاصیت آنتی‌اکسیدانی از پروتئین سویا، ذرت، سیب زمینی، بادام‌زمینی، شیر، آب پنیر، تخم مرغ و گوشت تولید شده‌اند (۱۱). بازدهی آنتی‌اکسیدانی پروتئین‌های هیدرولیز شده و پیتیدها به منبع پروتئین‌ها، پیش‌فرآوری سوبسترای پروتئینی، نوع آنزیم پروتئاز مورد استفاده و شرایط هیدرولیز بستگی دارد (۱۱،۳). هر دو دسته آنزیم‌های خالص و غیرخالص سازی شده قادر به تولید پیتیدهای با خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند. با این وجود، به‌منظور کاهش هزینه تولید، مخلوط‌های آنزیمی خالص‌سازی نشده ترجیح داده می‌شوند (۴۴). پیتیدهای کوچک می‌توانند به‌طور فعال به‌وسیله‌ی سلول‌های روده از طریق حامل‌های اختصاصی جذب شوند

روش مورد استفاده برای هیدرولیز آنزیمی کنجاله پنبه‌دانه روش توصیف شده توسط آلاشی و همکاران (۳) همراه با تغییرات جزئی بود. در این آزمایش کنجاله پنبه‌دانه با استفاده از پنج نوع آنزیم با نسبت آنزیم به سوبسترا ۱ به ۲۰ برای همه آنزیم‌ها هیدرولیز گردید و پس از ۴ ساعت انکوباسیون محصولات حاصل از هیدرولیز پروتئین پنبه‌دانه تولید شدند. شرایط هیدرولیز بدین شرح بود: الکا لاز (pH=۸ و °C=۶۰)، کیموتریپسین (pH=۸ و °C=۳۷)، پپسین (pH=۳ و °C=۳۷)، تریپسین (pH=۸ و °C=۳۷) و پانکراتین (pH=۸ و °C=۴۰). پس از ۴ ساعت دوره هضم آنزیمی با استفاده از آنزیم‌ها و شرایط مذکور برای هر آنزیم، آنزیم‌ها با حرارت‌دهی در دمای °C=۸۵ برای ۱۵ دقیقه غیرفعال شدند. محصولات حاصل از هیدرولیز سپس لیوفلیزه شده و در دمای °C=۱۸- تا زمان آنالیزهای بیشتر و استفاده در آزمایش‌های بعدی نگهداری شدند.

#### جیره‌های آزمایشی و مدیریت حیوانات

جوجه‌های گوشتی نر سویه راس ۳۰۸، پس از وزن‌کشی و نصب شماره بال، به‌طور تصادفی در گروه‌های آزمایشی توزیع شدند، به‌طوری که میانگین وزن گروه‌ها یکسان بود. پنج قفس دارای ۱۲ قطعه جوجه گوشتی به هر یک از گروه‌های آزمایشی اختصاص یافت و آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در دوره‌های آغازین (۱۵-۱۷ روزگی) و رشد (۳۵-۱۶ روزگی) انجام گرفت. هر قفس به دانخوری و آبخوری مستقل مجهز بود. ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از جیره کنترل بدون پیتیدهای زیست‌فعال پنبه‌دانه، جیره کنترل دارای زینک باسیترا سین (۷۰ mg/kg). به‌عنوان آنتی‌بیوتیک محرک رشد و جیره‌های آزمایشی حاوی ۱۵ یا ۲۰ گرم در کیلوگرم پیتید زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه که جایگزین مقادیر برابری از ذرت و کنجاله سویای جیره شدند. جیره‌های آزمایشی به گونه‌ای تنظیم شدند که حاوی مقادیر یکسانی انرژی و پروتئین خام باشند و مواد مغذی تأمین‌شده اندکی بیش از توصیه‌های جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ بود (۴). در کل دوره آزمایش پرنده‌ها دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. جیره‌های آزمایشی به‌صورت آردی تهیه شدند. آزمایش در سالن پرورشی مجهز به سیستم تهویه و قفس‌هایی به ابعاد ۱۲۴ در ۶۵ سانتی‌متر انجام گرفت. تراکم پرنده‌ها ۷/۹ کیلوگرم در متر مربع برای دوره‌ی آغازین و ۲۳/۵ کیلوگرم در مترمربع برای دوره‌ی رشد بود. برنامه نوری در طول ۲۴ ساعت شبانه روز شامل ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی بود. نور سالن توسط لامپ‌های جابجایی رشته‌ای تأمین گردید و شدت نور در سطح پرنده‌ها ۳۰ لوکس بود. دمای محیط در ۳-۱۷ روزگی ۳۲ درجه سانتیگراد بود و به‌تدریج کاهش یافت تا در انتهای هفته سوم به ۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید. رطوبت نسبی بین ۴۵ و ۶۵ درصد حفظ شد.

(۹). پیتیدهای زیست‌فعال (۳۱،۳۲) به‌عنوان قطعات پروتئینی خاصی تعریف می‌شوند که اثری مثبت بر عملکرد یا شرایط بدن داشته و می‌توانند سلامتی بدن را بهبود بخشند (۲۱). پیتیدهای زیست‌فعال و پروتئین‌ها نقش مهمی در فعالیت‌های متابولیکی موجودات زنده داشته و از اینرو در سلامت انسان و حیوانات اهمیت زیادی دارند (۲۱،۱۱). این ترکیب‌ها فعالیت‌هایی شبه‌هورمونی و شبه‌دارویی نشان داده و می‌توان آنها را بر اساس نحوه عمل‌شان به‌عنوان ترکیبات ضد میکروبی، ضد انعقادی، ضد فشار خون، مسکن، محرک سیستم ایمنی، متصل‌شونده به مواد معدنی و آنتی‌اکسیدانی طبقه‌بندی نمود (۳۳).

تحقیقات زیادی در مورد اثرات پیتیدهای زیست‌فعال با منشاء گیاهی و از جمله کنجاله پنبه‌دانه (۱۶، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۳۹)، کنجاله سویا (۱، ۲، ۱۰، ۲۲، ۳۰، ۳۷، ۳۸) و کنجاله کانولا (۳) بر صفات تولیدی و سلامت طیور انجام گرفته است. با این وجود، در بیشتر این مطالعات از روش تخمیر برای تولید پیتیدهای زیست‌فعال استفاده شده است. به‌طور کلی و بدون در نظر گرفتن منبع اولیه پیتیدی، در مطالعات صورت گرفته هنگامی که پیتیدها در سطوح پایین و کمتر از ۶ گرم در کیلوگرم به‌طور معمول مورد استفاده قرار گرفته‌اند، تاثیر چشمگیری بر صفات عملکردی نداشته‌اند (۱، ۲، ۲۵) و اغلب باعث اندکی بهبود در ضریب تبدیل غذایی شده‌اند. این در حالی است که مطالعات مختلف صورت گرفته نشان داد شده است که با افزایش میزان پیتیدها در جیره غذایی عملکرد رشد نیز به‌طور چشمگیری تحت تاثیر قرار گرفته و بهبود یافته است (۱۰، ۱۶، ۱۹، ۲۲، ۳۸).

در مطالعات مختلف کاهش رادیکال‌های آزاد سرم خون به‌واسطه استفاده از محصولات هیدرولیز شده از جمله کنجاله پنبه‌دانه (۴۰)، کنجاله سویا (۴۲) و شیر شتر (۳۵) گزارش شده است. به‌طوری که گاو و همکاران (۱۱) با استفاده از کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیز شده به‌وسیله آنزیم نوتراز نشان دادند که پیتیدهای تولیدی می‌توانند از اتوپراکسیداسیون اسید لینولئیک به‌خوبی جلوگیری کنند. در این خصوص بیان شده است که پروتئین‌های هیدرولیز شده (پیتیدها)، به‌علت افزایش خاصیت هیدروفوبیک در آن‌ها از حلالیت بیشتری در محتوای چربی بدن برخوردار هستند، بنابراین بهتر می‌توانند از پراکسیداسیون چربی‌ها به‌واسطه رادیکال‌های آزاد جلوگیری کنند.

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از سطوح بالای پیتیدهای زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه تولیدشده به‌روش آنزیمی بر صفات تولیدی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم خون و صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در مقایسه با یک آنتی‌بیوتیک محرک رشد طراحی و انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

##### تهیه پیتیدهای زیست‌فعال

جدول ۱- اجزای جیره و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 1. Ingredients and nutrient composition of experimental diets<sup>1</sup> in different growth periods of production

اجزای جیره (گرم در کیلوگرم)	سطح پیتید کنجاله پنبه‌دانه (g/kg)			آنتی‌بیوتیک	سطح پیتید کنجاله پنبه‌دانه (g/kg)			آنتی‌بیوتیک
	صفر	۱۵	۲۰		صفر	۱۵	۲۰	
ذرت	۵۴۹	۵۵۴	۵۵۵	۵۴۹	۵۰۵	۵۱۲	۵۱۰	۵۰۵
کنجاله سویا	۳۶۳	۳۴۶	۳۴۱	۳۶۳	۴۱۱	۳۸۸	۳۹۴	۴۱۱
روغن سویا	۴۸/۱	۴۶	۴۵/۲	۴۸/۱	۳۸/۵	۳۵/۵	۳۶/۵	۳۸/۵
منوکلسیم فسفات	۱۴/۲	۱۴	۱۴/۱	۱۴/۲	۱۶/۵	۱۶/۴	۱۶/۴	۱۶/۵
کربنات کلسیم	۱۳/۲	۱۲/۲۵	۱۲/۱۱	۱۳/۲	۱۴/۹	۱۳/۴	۱۳/۷	۱۴/۹
دی ال - متیونین	۳/۲۵	۳/۲۳	۳/۲۲	۳/۲۵	۳/۵	۳/۷	۳/۶	۳/۵
ال-لیزین هیدروکلراید	۱/۵	۱/۶۶	۱/۷	۱/۵	۱/۹	۲/۳	۲/۲	۱/۹
ال - ترئونین	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۸
کولین کراید (٪۶۰)	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲	۲	۲	۲
پیتید کنجاله پنبه دانه	-	۱۵	۲۰	-	۲۰	۱۵	-	-
پیش مخلوط ویتامینی و معدنی	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
نمک طعام	۳/۲۲	۳/۲	۳/۲	۳/۲۲	۲/۹	۲/۸	۲/۸	۲/۹
بیکربنات سدیم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۱	۱	۱
زینک یاسیتراسین	۰/۰۷	-	-	۰/۰۷	-	-	-	-
مقادیر محاسبه شده در جیره	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۰۳۰	۳۰۳۰	۳۰۳۰	۳۰۳۰
انرژی قابل سوخت و ساز (Kcal/Kg)	۲۰۹	۲۰۹	۲۰۹	۲۰۹	۲۲۸	۲۲۸	۲۲۸	۲۲۸
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم)	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۹/۸	۹/۸	۹/۸	۹/۸
کلسیم (گرم در کیلوگرم)	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۹	۴/۹	۴/۹	۴/۹
فسفر قابل دسترس (گرم در کیلوگرم)	۲۲۰	۲۱۷	۲۱۸	۲۲۰	۲۲۲	۲۲۸	۲۳۰	۲۳۲
تعادل آهون - کاتیون (meq/Kg)	۱۱/۳۹	۱۱/۳۷	۱۱/۳۸	۱۱/۳۹	۱۲/۸۲	۱۲/۸۷	۱۲/۸۵	۱۲/۸۲
لیسه‌های آمینه قابل هضم (گرم در کیلوگرم)	۸/۷۱	۸/۷۳	۸/۷۳	۸/۷۱	۹/۴۸	۹/۵۲	۹/۵۰	۹/۴۸
لیزین	۷/۲۳	۷/۲۴	۷/۲۴	۷/۲۳	۸/۰۶	۸/۱۱	۸/۰۹	۸/۰۶
متیونین + سیستین								
ترئونین								

ویتامین‌های تأمین شده توسط پیش مخلوط ویتامینی در هر کیلوگرم از خوراکه ویتامین A (رتینول) ۲۷۰۰ میکروگرم، ویتامین D3 (کوله کلسیفرول) ۱۲۵ میکروگرم، ویتامین E (توکوفرول استات) ۶۵ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۲/۷ میلی‌گرم، تیامین ۳ میلی‌گرم، ریوفلاوین ۷/۵ میلی‌گرم، اسید پنتوتینیک ۱۸ میلی‌گرم، پیریدوکسین ۴/۵ میلی‌گرم، سیانوکوبالامین ۰/۱۸ میلی‌گرم، نیاسین ۶۵ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۳ میلی‌گرم، اسید فولیک ۲ میلی‌گرم، کولین کلراید ۶۰۰ میلی‌گرم، آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم؛ مواد معدنی تأمین شده توسط پیش‌مخلوط معدنی در هر کیلوگرم از خوراکه: آهن (FeSO4.7H2O, 20-09% Fe) ۹۰ میلی‌گرم، منگنز (MnSO4.H2O, 32-49% Mn) ۱۲۰ میلی‌گرم، روی (ZnO, 80-35% Zn) ۱۱۰ میلی‌گرم، مس (CuSO4.5H2O) ۱۶ میلی‌گرم، پد (KI, 58% I) ۱/۲۵ میلی‌گرم، سلنیوم (NaSeO3, 45-56% Se) ۰/۲۲ میلی‌گرم.

بازدهی و اجزای لاشه

مصرف خوراک و وزن زنده جوجه‌ها در هر قفس (تکرار) از سن ۱ تا ۳۵ روزگی به‌صورت تجمعی برای هر قفس ثبت شد و سپس مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی برای هر پرنده محاسبه و میانگین آنها برای هر قفس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تلفات نیز به‌طور روزانه ثبت شد. در روز ۳۵ آزمایش، پرنده‌های نزدیک به میانگین وزن زنده هر قفس به‌طور انفرادی وزن‌کشی و کشتار شدند. وزن نسبی اجزای لاشه، اندام‌های گوارشی و لنفوتیدی شامل وزن لاشه، چربی بطنی، کبد، قلب، سنگدان، پانکراس، دودنوم، ژژنوم و ایلئوم اندازه‌گیری و محاسبه شد. طول دودنوم، ژژنوم و ایلئوم نیز ثبت گردید.

شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی خون

در سن ۳۵ روزگی، پس از اعمال ۱ ساعت گرسنگی و در ابتدای ساعات روشنایی روز، با استفاده از سرنگ‌های پنج میلی‌لیتری مقدار پنج میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بال ۳ قطعه پرنده در هر تکرار (انتخاب شده به‌طور تصادفی) گرفته شد. نمونه خون‌های گرفته‌شده با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ<sup>۱</sup> با ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سپس نمونه‌های سرم جداسازی و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های سرمی در دمای ۲۰°C- نگهداری شد. غلظت سرمی اکسید نیتریک توسط کیت اکسید نیتریک کل<sup>۲</sup> و بر اساس روش کار شرکت تولید کننده تعیین شد. اندازه‌گیری

مالون‌دی‌آلدئید، گلو‌تاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و غلظت کل آنتی‌اکسیدان‌ها با استفاده از روش‌های رنگ‌سنجی و دستگاه اسپکتروفتومتر<sup>۳</sup> اندازه‌گیری شد. برای این بخش از کیت‌های تهیه شده از انستیتو مهندسی زیستی واقع در جیاگسو کشور چین<sup>۴</sup> استفاده شد. غلظت مالون‌دی‌آلدئید توسط 2-TBA-آنالیز شد و تغییرات جذب در طول موج ۵۳۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر ثبت گردید (۱۷). فعالیت گلو‌تاتیون پراکسیداز توسط اسید 5،5'-دیتیوبیس-پی-نیتروبنزوتیک اندازه‌گیری شد و تغییرات جذب در طول موج ۴۱۲ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر ثبت گردید (۱۳). فعالیت سوپراکسید دیسموتاز توسط روش گرانترین اکسیداز تعیین شد که مهار نیترو بلو تترازولیوم توسط نمونه را اندازه‌گیری می‌نماید (۳۹). غلظت کل آنتی‌اکسیدان‌ها توسط روش قدرت احیا-آنتی‌اکسیدانی فریک تعیین شد (۶) و در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های ثبت‌شده توسط روش‌های تجزیه واریانس متناسب برای طرح کاملاً تصادفی و رویه مدل خطی عمومی توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹،۴ (۲۹) طبق مدل ذیل مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

که  $\mu$ : میانگین کل،  $T_i$ : اثر تیمارهای آزمایشی و  $e_{ij}$ : خطا باقیمانده تصادفی است. برای صفات تولیدی هر قفس

1- SIGMA 4-15 Lab Centrifuge, Germany

3- Leng Guang SFZ1606017568, Shanghai, China

2- Zellbio GmbH, Germany

4- Nanjing Jiancheng Bioengineering Institute, Nanjing, China

آنتی‌بیوتیک و کمترین میزان در گروه کنترل مشاهده شد، به‌طوری‌که هر دو سطح پپتید کنجاله پنبه‌دانه مصرف خوراک بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند. در دوره رشد مصرف خوراک تحت تاثیر نوع جیره آزمایشی قرار نگرفت، اما در کل دوره آزمایش گروه‌های حاوی آنتی‌بیوتیک و پپتید کنجاله پنبه‌دانه مصرف خوراک بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند. در دوره آغازین مصرف آنتی‌بیوتیک و یا پپتید کنجاله پنبه‌دانه باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه کنترل شد. این رویه در دوره رشد و نیز کل دوره آزمایش نیز تداوم یافت، اما طی این دوره‌ها تنها تفاوت بین گروه کنترل و گروه دریافت‌کننده ۲۰ گرم در کیلوگرم پپتید معنی‌دار بود.

تجزیه آنزیمی کنجاله پنبه‌دانه می‌تواند به‌طور چشمگیری میزان گوسپیول آزاد، فیبر خام و روغن خام این محصول را نسبت به کنجاله پنبه‌دانه کاهش و برخی از اسیدهای آمینه از جمله آرژینین را افزایش دهد. هیدرولیز آنزیمی کنجاله پنبه‌دانه در کاهش مواد ضد تغذیه‌ای موجود در این کنجاله همانند سایر محصولات حاصل از فرایند تجزیه آنزیمی بسیار موثر است (۱۸). همانطور که نتایج نیز نشان می‌دهد اضافه‌کردن پپتیدهای هیدرولیز‌شده کنجاله پنبه‌دانه توانسته است عملکرد رشد پرندگان را نسبت به گروه کنترل و همراستا با گروه آنتی‌بیوتیک به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد، هرچند با بهبود عملکرد رشد ضریب تبدیل غذایی بهبود پیدا نکرده است. نیه و همکاران (۲۴) نیز با استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیرشده بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی را گزارش کردند. بر خلاف نتایج حاصل در آزمایش ما وانگ و همکاران (۳۹) با دو سطح کنجاله پنبه‌دانه تخمیری نشان دادند شاخص‌های عملکردی تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است.

به‌عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و میانگین سه قطعه جوجه گوشتی در هر قفس واحد آماری برای فراسنجه‌های خونی بود. در صورت معنی‌دار بودن تست F، میانگین‌های مربوطه توسط آزمون توکی<sup>۱</sup> تفکیک شدند. مقادیر جدول‌ها شامل میانگین فراسنجه‌ها و pooled SEM هستند. علاوه بر آن، تفاوت‌ها میان تیمارها با استفاده از مقایسات ارتوگونال انجام گرفت و پاسخ‌های خطی و درجه دو نیز تعیین شد.

## نتایج و بحث

اثر گروه‌های آزمایشی بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین افزایش وزن بدن طی دوره ۱ تا ۱۵ روزگی در گروه آنتی‌بیوتیک و کمترین میزان در گروه کنترل مشاهده شد. هر دو سطح مصرف پپتید منجر به افزایش وزن بالاتری نسبت به گروه کنترل شدند و سطح ۲۰ گرم در کیلوگرم پپتید منجر به افزایش وزنی قابل مقایسه با گروه آنتی‌بیوتیک شد. افزایش وزن بدن طی دوره ۱۶ تا ۳۵ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در کل دوره آزمایش نیز بالاترین و کمترین میانگین افزایش وزن به‌ترتیب در گروه آنتی‌بیوتیک و گروه کنترل ثبت شد و گروه‌های مصرف‌کننده پپتید کنجاله پنبه‌دانه تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌ها در کل دوره نداشتند. در دوره آغازین میانگین افزایش وزن گروه دریافت‌کننده ۲۰ گرم در کیلوگرم پپتید کنجاله پنبه‌دانه با میانگین افزایش وزن در گروه دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک محرک رشد تفاوت معنی‌داری نداشت. البته نسبت به گروه کنترل هر دو گروه دریافت‌کننده پپتیدهای کنجاله پنبه‌دانه با اختلافی معنی‌دار دارای میانگین اضافه وزن بیشتری بودند. مصرف خوراک طی دوره آغازین نیز از رویه‌ای مشابه افزایش وزن پیروی نمود و بالاترین افزایش وزن در گروه

جدول ۲- اثرات پپتیدهای زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه در جیره بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی در طول دوره ۱ تا ۳۵ روزگی  
Table 2. Effects of cottonseed meal bioactive peptides in diet on performance traits of broiler chickens during the period of 1-35 d of age

سطح احتمال	گروه‌های آزمایشی				سطح پپتید کنجاله پنبه‌دانه (g/kg)			
	Quadratic	Linear	ANOVA	SEM	آنتی‌بیوتیک			
					۲۰	۱۵	صفر	
۰/۲۴۵۳	۰/۴۳۰۳	۰/۵۳۴۱	۰/۰۳	۴۱/۲	۴۱/۱	۴۱/۲	۴۱/۲	وزن بدن اولیه (g)
۰/۰۶۴۴	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۷/۸۱	۶۵۷/۶ <sup>a</sup>	۶۳۳/۳ <sup>ab</sup>	۶۲۱/۶ <sup>b</sup>	۵۷۱/۳ <sup>c</sup>	اضافه وزن بدن (پرنده/گرم/دوره) دوره آغازین (۱۵-۱ روزگی)
۰/۴۸۸۵	۰/۳۱۵۱	۰/۶۱۸۸	۱۱/۳	۱۸۹۹/۷	۱۸۸۹/۴	۱۸۷۳/۴	۱۸۸۳/۱	دوره رشد (۳۵-۱۶ روزگی)
۰/۸۸۳۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۱۴۰	۱۹/۵۳	۲۵۵۷/۳ <sup>a</sup>	۲۵۲۲/۶ <sup>ab</sup>	۲۴۹۴/۹ <sup>ab</sup>	۲۴۵۴/۳ <sup>d</sup>	کل دوره (۳۵-۱ روزگی)
۰/۰۱۵	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۱۰/۵۴	۷۳۰/۱ <sup>a</sup>	۷۱۶/۹ <sup>ab</sup>	۶۸۷/۳ <sup>b</sup>	۶۲۱/۹ <sup>c</sup>	مصرف خوراک (پرنده/گرم/دوره) دوره آغازین (۱۵-۱ روزگی)
۰/۲۷۶۹	۰/۱۱۸۱	۰/۲۹۳۱	۳۷/۹۴	۳۲۶۵/۸	۳۲۹۹/۸	۳۲۳۹/۹	۳۱۴۷/۱	دوره رشد (۳۵-۱۶ روزگی)
۰/۱۶۶۱	۰/۰۱۲۳	۰/۰۴۷۴	۴۷/۰۵	۳۹۹۵/۸ <sup>a</sup>	۴۰۱۶/۸ <sup>a</sup>	۳۹۲۷/۱ <sup>ab</sup>	۳۷۶۸/۹ <sup>b</sup>	کل دوره (۳۵-۱ روزگی)
۰/۰۱۷۸	۰/۰۱۴۹	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۶۱	۱/۱۱۰ <sup>ab</sup>	۱/۱۳۲ <sup>a</sup>	۱/۱۰۶ <sup>ab</sup>	۱/۰۸۸ <sup>b</sup>	ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم) دوره آغازین (۱۵-۱ روزگی)
۰/۰۶۴۱	۰/۰۱۶۸	۰/۰۲۳۵	۰/۰۰۸۳	۱/۷۱۸ <sup>ab</sup>	۱/۷۴۶ <sup>a</sup>	۱/۷۲۹ <sup>ab</sup>	۱/۶۷۱ <sup>b</sup>	دوره رشد (۳۵-۱۶ روزگی)
۰/۰۵۵۹	۰/۰۲۱۵	۰/۰۳۸۱	۰/۰۱۰۶	۱/۵۶۳ <sup>ab</sup>	۱/۵۹۲ <sup>a</sup>	۱/۵۷۳ <sup>ab</sup>	۱/۵۳۵ <sup>b</sup>	کل دوره (۳۵-۱ روزگی)

a-c میانگین‌هایی که در هر سطر با حروف لاتین متفاوتی نشان‌گذاری شده‌اند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ( $p < 0.05$ ).

1- Tukey's HSD (Honestly Significant Difference)

کننده آنتی‌بیوتیک و سطح ۱۵ گرم در کیلوگرم پیتید بالاتر از گروه کنترل و نیز گروه مصرف‌کننده سطح ۲۰ گرم در کیلوگرم پیتید بود. غلظت سوپراکسید دیسموتاز سرم در گروه‌های دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و یا سطوح مختلف پیتید بازر از گروه کنترل بود. غلظت کل آنتی‌اکسیدان‌های سرم تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت.

استرس اکسیداتیو در بدن موجودات زنده می‌تواند باعث تولید انواع مختلفی از رادیکال‌های آزاد از جمله هیدروکسیل و آنیون‌های سوپر اکسید شود. در این ارتباط مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که مقدار زیاد رادیکال‌های آزاد می‌تواند به پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سایر ماکرومولکول‌های بیولوژیک آسیب جدی برساند (۴۲).

شاخص‌های بیوشیمیایی خون می‌تواند تا حدودی مسیر متابولیسم مواد مغذی را در بدن نشان دهد (۱۴،۱۱). آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز<sup>۱</sup> که در واقع یک نام عمومی برای یک خانواده بزرگ آنزیمی است و نقش اصلی آنها پراکسیداسیون هیدروپرواکسیدهای لیپیدی به الکل‌های مربوطه و تولید آب با کمک ملکول‌های گلوکاتایون است (۷).

در آزمایش دیگری با استفاده از ۶ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیرشده بر خلاف نتایج ما عملکرد رشد در این آزمایش تحت تاثیر قرار نگرفته ولی ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌داری بهبود یافت است (۲۵). در آزمایش‌های مشابه که با استفاده از کنجاله سویا هیدرولیز شده صورت گرفته افزایش عملکرد رشد (۳۷،۲۲) و همچنین بهبود ضریب تبدیل غذایی (۱،۲) نیز گزارش شده است. بهبود شاخص‌های عملکردی هنگام استفاده از محصولات هیدرولیز شده می‌تواند به علت افزایش قابلیت هضم (۲۴) و همچنین افزایش فعالیت آنزیمی (۱۰،۱۹) در روده باشد. در این همین راستا در آزمایش قبلی ما نیز بهبود قابلیت هضم به‌طور خطی با افزایش میزان کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیزشده افزایش پیدا کرد (چاپ نشده).

اثر پیتیدهای زیست‌فعال جیره بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سرم جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. غلظت نیتریک‌اکسید سرم در گروه دریافت‌کننده ۱۵ گرم در کیلوگرم پیتید بالاتر از گروه کنترل و نیز گروه مصرف‌کننده آنتی‌بیوتیک بود. غلظت مالون دی‌آلدئید در گروه‌های دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک و یا پیتید پایین‌تر از گروه کنترل بود. غلظت گلوکاتایون پراکسیداز در دو گروه دریافت

جدول ۳- اثرات پیتیدهای زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه جیره بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سرم جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ روزگی  
Table 3. Effects of cottonseed meal bioactive peptides in diet on serum antioxidant activity of broilers at 35 days of age

سطح احتمال				گروه‌های آزمایشی			آنتی‌بیوتیک	سطح پیتید کنجاله پنبه‌دانه (g/kg)	صفر	۱۵	۲۰	آنتی‌بیوتیک	نیتریک‌اکساید (μmol/L)	مالون‌دی‌آلدئید (nmol/mL)	گلوکاتایون پراکسیداز (U/mL)	سوپراکسیداز دیسموتاز (U/mL)	آنتی‌اکسیدان کل (mmol/L)
Quadratic	Linear	ANOVA	SEM	سطح پیتید کنجاله پنبه‌دانه (g/kg)													
				۲۰	۱۵	صفر											
۰/۰۰۰۵	۰/۵۰۳۹	۰/۰۰۲۸	۰/۷۸۶	۱۹/۷۹ <sup>b</sup>	۲۳/۷ <sup>ab</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۰/۱۳ <sup>b</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>	۲۶/۱ <sup>a</sup>
۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۳	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۷	۷/۰۸ <sup>b</sup>	۷/۲۷ <sup>b</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۱۳ <sup>b</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۷۱ <sup>a</sup>
۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۱	۲/۴۹۱	۲۱۷ <sup>a</sup>	۲۰۶/۹ <sup>b</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۲۲۱ <sup>a</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>	۱۹۸/۸ <sup>b</sup>
<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۷	۱۴/۴۵ <sup>a</sup>	۱۴/۸۵ <sup>a</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۴/۸۱ <sup>a</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>	۱۲/۳۱ <sup>b</sup>
۰/۴۹۸۷	۰/۰۴۰۹	۰/۰۸۷۱	۰/۳۰۶	۲/۱۱	۱/۸	۲/۰۱	۱/۴۶	۲/۰۱	۲/۰۱	۲/۰۱	۲/۰۱	۲/۰۱	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۴۶

a-b میانگین‌هایی که در هر سطر با حروف لاتین متفاوتی نشان‌گذاری شده‌اند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ( $p < 0.05$ ).

لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری نبودند.

در سیستم‌های بیولوژیک، پراکسیداسیون چربی‌ها بواسطه رادیکال‌های آزاد باعث تولید محصولات آلدئیدی می‌گردد، که از بین این آلدئیدها ترکیب مالون‌دی‌آلدئید<sup>۲</sup> که مهم‌ترین مشتق آنها است به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون چربی‌ها در اثر استرس اکسیداتیو مورد مطالعه قرار می‌گیرد (۱۵) وجود مقادیر بالای این ترکیب منجر به ایجاد آسیب بافتی جدی شده و به پیشرفت بیماری‌ها و کاهش مقاومت پرنده در برابر بیماری‌ها می‌انجامد. امروزه به‌دلیل استفاده از جیره‌هایی با انرژی بالا در پرورش مرغ‌های گوشتی، میزان ذخیره چربی در بدن آنها نیز نسبتاً زیاد است، که این عامل می‌تواند به‌شدت باعث تولید رادیکال‌های آزاد<sup>۳</sup> شده و همچنین ترکیب مالون‌دی‌آلدئید را در بدن آنها افزایش دهد (۴۲).

نتایج تحقیق حاضر در این خصوص نشان داد که همسو با بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم خون جوجه‌ها، مالون دی‌آلدئید نیز کاهش یافته و در واقع پراکسیداسیون چربی‌ها نیز کمتر شده است. در این ارتباط گائو و همکاران (۱۱) با استفاده از کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیز شده بوسیله آنزیم نوتراز<sup>۴</sup> نشان دادند که پیتیدهای تولیدی می‌توانند از اتوپراکسیداسیون اسید لینولئیک به‌خوبی جلوگیری کنند. برای توضیح بهتر این

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که وجود کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیز شده در جیره‌ی غذایی توانسته مقدار آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز را نسبت به گروه کنترل افزایش دهد. این نتایج با آزمایش قبلی ما در خصوص افزایش میزان گلوکاتایون سرم خون و بهبود عملکرد سیستم ایمنی با استفاده از کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیزشده مطابقت دارد (چاپ نشده). در مطالعاتی که قبلاً نیز صورت گرفته است کاهش رادیکال‌های آزاد سرم خون به واسطه استفاده از محصولات هیدرولیز شده از جمله کنجاله پنبه‌دانه (۳۹). کنجاله سویا (۴۱) و شیر شتر (۳۲) گزارش شده است. بنابراین می‌توان گفت استفاده از منابع پروتئینی هیدرولیز شده ممکن است پراکسیداسیون چربی‌ها را کاهش، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سرم خون را افزایش و به‌طور کلی آسیب‌های اکسیداتیو را کاهش دهد (۱۴). به‌طور کلی بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بدن هنگام استفاده از منابع پروتئینی هیدرولیزشده ممکن است به نوع پیتیدهای زیست‌فعال مشتق شده در حین هیدرولیز وابسته باشد (۱۱). در این آزمایش استفاده از پیتیدهای کنجاله پنبه‌دانه ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی سرم خون را به‌طور خطی توانست بهبود بخشد (۰/۰۴۰۹)، هرچند میانگین‌های حاصل از این فراسنجه در گروه‌های آزمایشی از

1- Glutathione peroxidase (GPx)  
3- Reactive oxygen species (ROS)

2- Malondialdehyde (MDA)  
4- Neutrased

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیز شده می‌تواند درصد وزن لاشه بدون پوست و درصد وزن چربی محوطه شکمی را نسبت به گروه کنترل به ترتیب افزایش و کاهش دهد. در آزمایش‌های دیگر در این خصوص نیز نتایج مشابهی حاصل شده است (۱۶، ۲۴). در آزمایش‌های قبلی علت بهبود خصوصیات لاشه و کاهش معنی‌دار چربی محوطه شکمی را افزایش شمار باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک دانسته‌اند، زیرا جهت هیدرولیز پروتئین کنجاله پنبه‌دانه از باکتری‌های تخمیر کننده استفاده شده است (۱۶). در این خصوص بیان شده است که افزایش غلظت اسید لاکتیک می‌تواند باعث کاهش فعالیت آنزیم استیل کوانزیم-آ کربوکسیلاز شده، که این موضوع خود می‌تواند باعث کاهش ذخیره چربی در بدن شود (۲۸) و از این طریق درصد وزن لاشه بهبود می‌یابد.

موضوع کیم و همکاران (۲۰) بیان کردند چندین اسید آمینه از جمله هیستیدین، آلانین، پرولین و لوسین پتانسیل مهار رادیکال‌های آزاد را دارا هستند. هنگامی که پروتئین‌ها هیدرولیز و به صورت پپتید یا اسید آمینه آزاد شوند، خاصیت هیدروفوبیک آنها افزایش و در نتیجه حلالیت آنها در چربی بیشتر خواهد شد. بنابراین بهتر می‌توانند از پراکسیداسیون چربی‌ها بواسطه رادیکال‌های آزاد جلوگیری کنند (۲۷). جدول ۴ اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های لاشه را نشان می‌دهد. بیشترین درصد لاشه در گروه ۱۵ گرم در کیلوگرم پپتید مشاهده شد و تفاوت ثبت شده با گروه کنترل، تفاوتی معنی‌دار بود. مصرف آنتی‌بیوتیک و یا پپتید باعث کاهش معنی‌دار چربی حفره شکمی در مقایسه با گروه کنترل شد. سطح ۲۰ گرم پپتید باعث بزرگ شدن پانکراس در مقایسه با گروه ۱۵ گرم در کیلوگرم پپتید شد. سایر پارامترهای لاشه تحت تاثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول ۴- اثرات پپتیدهای زیست‌فعال کنجاله پنبه‌دانه در جیره بر اندام‌های داخلی به صورت درصدی از وزن بدن جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ روزگی  
Table 4. Effects of cottonseed meal bioactive peptides in diet on some organs as a percentage of body weight of broilers on 35 days of age

سطح احتمال				گروه‌های آزمایشی				
Quadratic	Linear	ANOVA	SEM	آنتی‌بیوتیک	سطح پپتید کنجاله پنبه‌دانه (g/Kg)			
					۲۰	۱۵	صفر	
۰/۰۰۵۴	۰/۰۷۰۶	۰/۰۰۵۶	۰/۵۲	۶۶/۹۳ <sup>ab</sup>	۶۶/۲۳ <sup>ab</sup>	۶۷/۳ <sup>a</sup>	۶۴/۸ <sup>b</sup>	لاشه (%)
۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۷	۰/۹۶ <sup>b</sup>	۱/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۹۸ <sup>b</sup>	۱/۶ <sup>a</sup>	چربی بطنی (%)
۰/۹۲۸۰	۰/۹۳۵۶	۰/۵۴۷۶	۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۴۷	قلب (%)
۰/۰۴۴۱	۰/۱۳۶۱	۰/۰۸۹۷	۰/۰۵	۲/۵۳	۲/۳۴	۲/۴۹	۲/۶۹	کید (%)
								اندام‌های لنفوئیدی (%)
۰/۹۹۷۶	۰/۶۵۱۶	۰/۸۹۷۵	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱	طحال
۰/۶۳۷۵	۰/۳۶۵۷	۰/۵۶۵۲	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۵	بورس فابریسیوس
								اندام‌های گوارشی (%)
۰/۹۱۱۷	۰/۶۶۵۲	۰/۹۶۴۴	۰/۰۳	۱/۵۹	۱/۵۸	۱/۶۲	۱/۶۲	سنگدان خالی
۰/۷۶۱۶	۰/۲۶۷۰	۰/۰۱۸۸	۰/۰۱	۰/۳۲ <sup>ab</sup>	۰/۲۶ <sup>a</sup>	۰/۲۳ <sup>b</sup>	۰/۲۵ <sup>ab</sup>	پانکراس
۰/۹۱۹۶	۰/۳۲۸۱	۰/۷۵۵۲	۰/۰۱	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۵	دودنوم
۰/۷۲۱۳	۰/۹۹۴۵	۰/۹۰۳۳	۰/۰۳	۱/۳	۱/۲۹	۱/۳۴	۱/۲۸	ژژنوم
۰/۷۷۳۵	۰/۱۹۵۰	۰/۲۹۱۳	۰/۰۲	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۹۲	ایلنوم
								طول روده (cm)
۰/۶۰۰۷	۰/۱۴۰۲	۰/۴۶۱۵	۰/۳۷	۳۱	۳۲	۳۲/۴	۳۲/۶	دودنوم
۰/۸۸۸۱	۰/۵۷۳۱	۰/۴۹۲۸	۰/۶۹	۷۸/۴	۸۰/۴	۷۸	۸۰/۴	ژژنوم
۰/۱۵۴۸	۰/۴۲۴۸	۰/۴۲۷۲	۰/۸۹	۸۴/۸	۲۰	۸۰/۷	۸۳	ایلنوم

ab: میانگین‌هایی که در هر سطر با حروف لاتین متفاوتی نشان‌گذاری شده‌اند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ( $p < 0.05$ ).

باکتری‌های مفید و تاثیر بر کاهش فعالیت آنزیم‌های دخیل در ذخیره چربی (۳) تاثیر مستقیم پپتیدهای تولیدی بر فعالیت آنزیم‌های دخیل در فرایند ذخیره چربی یا پروتئین در بدن پرند.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از کنجاله پنبه‌دانه هیدرولیز شده باعث کاهش درصد وزن پانکراس خواهد شد. این تاثیر را وانگ و همکاران (۳۸) با ۲ درصد و متیوانان و همکاران (۲۲) با ۰/۵ درصد کنجاله سویا تخمیر شده به‌طور غیرمعنی‌داری مشاهده کردند. شاید علت اصلی کاهش وزن پانکراس، کاهش چشمگیر مواد ضد تغذیه‌ای در خوراک و نسبت مناسب مواد مغذی جیره باشد. در این خصوص در آزمایشی پاچو و همکاران (۲۶) نشان دادند که ارتباطی خطی و معنی‌دار بین میزان ممانعت‌کننده تیرپسین

از آنجایی که نیه و همکاران (۲۴) با استفاده از دوگونه باکتری (*S.cerevisiae* و *C.tropicalis*) فرایند تخمیر را صورت داده و در هر دو از نظر کاهش چربی محوطه شکمی نتایج یکسانی را دریافت کردند شاید بتوان چنین بیان کرد که تاثیر استفاده از پروتئین‌های هیدرولیز شده در بهبود خصوصیات لاشه می‌تواند به‌علت تشکیل پپتیدهایی باشد که در فرایند هیدرولیز از منابع پروتئین به‌دست می‌آیند، که البته در این خصوص نیز این پپتیدها به سه شکل ممکن می‌توانند تاثیر داشته باشند: ۱) تاثیر مثبت بر قابلیت هضم و جذب پروتئین‌ها که در این آزمایش و آزمایش‌های قبلی نیز مشاهده شده است. ۲) تاثیر غیرمستقیم پپتیدهای تولیدی بر فعالیت آنزیم‌های دخیل در فرایند ذخیره‌ی چربی یا پروتئین از طریق تاثیر بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش (افزایش جمعیت

زیست فعال کنجاله پنبه‌دانه تولید شد توسط هیدرولیز آنزیمی باعث بهبود رشد و فراسنجه‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون جوجه‌های گوشتی می‌شود. البته بهبود سرعت رشد با افزایش میزان خوراک مصرفی و همچنین افزایش ضریب تبدیل غذایی همراه بود. این نتایج پیشنهاد می‌نمایند که پپتیدهای زیست فعال کنجاله پنبه‌دانه پتانسیل استفاده به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره جوجه‌های گوشتی را دارا هستند.

در خوراک و وزن پانکرانس وجود دارد. به‌طور کلی یکی از مزایای استفاده محصولات هیدرولیز شده در خوراک کاهش مواد ضد تغذیه‌ای از جمله گوسیپول، آنتی‌تریپسین، گلوکوزینولات، گالاتوالیگوساکاریدها، لکتین و فیتات است (۳۵). که در خصوص گوسیپول آزاد در آزمایش قبلی ما نیز فرایند هیدرولیز آنزیماتیک بر کنجاله پنبه‌دانه تاثیر مثبتی داشت (۲۴). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از پپتیدهای

## منابع

1. Abdollahi, M.R., F. Zaefarian, Y. Gu, W. Xiao, J. Jia and V. Ravindran. 2017. Influence of soybean bioactive peptides on growth performance, nutrient utilisation, digestive tract development and intestinal histology in broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 5: e7.
2. Abdollahi, M.R., F. Zaefarian, Y. Gu, W. Xiao, J. Jia and V. Ravindran. 2018. Influence of soybean bioactive peptides on performance, foot pad lesions and carcass characteristics in broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 6: e3.
3. Alashi, A.M., C.L. Blanchard, R.J. Mailer, S.O. Agboola, A.J. Mawson, R. He, A. Girgih and R.E. Aluko. 2014. Antioxidant properties of australian canola meal protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 146: 500-506.
4. Aviagen. 2014. *Ross Broiler Management Handbook*. Aviagen Group, Huntsville, AL 35806.
5. Bellaloui, N. and R.B. Turley. 2013. Effects of fuzzless cottonseed phenotype on cottonseed nutrient composition in near isogenic cotton (*Gossypium hirsutum* L.) mutant lines under well-watered and water stress conditions. *Frontiers in Plant Science*, 4: 516.
6. Benzie, I.F.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1): 70-76.
7. Bhabak, K.P. and G. Mughesh. 2010. Functional mimics of glutathione peroxidase: Bioinspired synthetic antioxidants. *Accounts of Chemical Reseqarch*, 43(11): 1408-1419.
8. Bolek, Y., H. Tekerek, K. Hayat and A. Bardak. 2016. Screening of cotton genotypes for protein content, oil, and fatty acid composition. *Journal of Agricultural Science*, 8(7): 107-122.
9. Deutz, N.E., C.F. Welters and P.B. 1996. Intra-gastric bolus feeding of meals containing elementary, partially hydrolyzed, or intact protein causes comparable changes in interorgan substrate flux in the pig. *Clinical Nutrition*, 15(3): 119-128.
10. Feng, J., X. Liu, Z.R. Xu, Y.Y. Liu and Y.P. Lu. 2007. Effects of aspergillus oryzae 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 134(3): 295-303.
11. Gao, D., Y. Cao and H. Li. 2010. Antioxidant activity of peptide fractions derived from cottonseed protein hydrolysate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11): 1855-1860.
12. Ghezzi, P. 2011. Role of glutathione in immunity and inflammation in the lung. *International Journal of General Medicine*, 4: 105-113.
13. Hafeman, D.G., R.A. Sunde and W.G. Hoekstra. 1974. Effect of dietary selenium on erythrocyte and liver glutathione peroxidase in the rat. *Journal of Nutrition*, 104(5): 580-587.
14. Hu, Y., Y. Wang, A. Li, Z. Wang, X. Zhang, T. Yun, L. Qiu and Y. Yin. 2016. Effects of fermented rapeseed meal on antioxidant functions, serum biochemical parameters and intestinal morphology in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 27(2): 182-193.
15. Janero, D.R. 1990. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. *Free Radical Biology and Medicine*, 9(6): 515-540.
16. Jazi, V., F. Boldaji, B. Dastar, S.R. Hashemi and A. Ashayerizadeh. 2017. Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British Poultry Science*, 58: 402-408.
17. Jensen, C., R. Engberg, K. Jakobsen, L.H. Skibsted and G. Bertelsen. 1997. Influence of the oxidative quality of dietary oil on broiler meat storage stability. *Meat Science*, 47(4): 211-222.
18. Kammerdetch, C., M. Weiss, C. Kasper and T. Scheper. 2007. An improvement of potato pulp protein hydrolyzation process by the combination of protease enzyme systems. *Enzyme and Microbial Technology*, 40(4): 508-514.
19. Karimzadeh, S., M. Rezaei and A. Teimouri Yansari. 2016. Effects of canola bioactive peptides on performance, digestive enzyme activities, nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microflora in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 4(1): 27-36.
20. Kim, S.K., Y.T. Kim, H.G. Byun, K.S. Nam, D.S. Joo and F. Shahidi. 2001. Isolation and characterization of antioxidative peptides from gelatin hydrolysate of Alaska pollack skin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49(4): 1984-1989.

21. Kitts, D.D. and K. Weiler. 2005. Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Current pharmaceutical design*, 9: 1309-1323.
22. Mathivanan, R., P. Selvaraj and K. Nanjappan. 2006. Feeding of fermented soybean meal on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, 9(5): 868-872.
23. Mohammadrezaei, M., B. Navidshad, A. Gheisari and M. Toghyani. 2020. Cottonseed meal bioactive peptides as an alternative to antibiotic growth promoters in broiler chicks. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 2020: 10086.
24. Nie, C., W. Zhang, W. Ge, Y. Wang, Y. Liu and J. Liu. 2015. Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, apparent digestibility, carcass traits, and meat composition in yellow-feathered broilers. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 39: 350-356.
25. Niu, J.L., J. Zhang, L.Q. Wei, W.J. Zhang and C.X. Nie. 2019. Effect of fermented cottonseed meal on the lipid-related indices and serum metabolic profiles in broiler chickens. *Animals*, 9: 930.
26. Pacheco, W.J., C.R. Stark, P.R. Ferket and J. Brake. 2014. Effects of trypsin inhibitor and particle size of expeller-extracted soybean meal on broiler live performance and weight of gizzard and pancreas. *Poultry Science*, 93(9): 2245-2252.
27. Rajapakse, N., E. Mendis, H.G. Byun and S.K. Kim. 2005. Purification and in vitro antioxidative effects of giant squid muscle peptides on free radical-mediated oxidative systems. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(9): 562-569.
28. Santoso, U., K. Tanaka and S. Ohtani. 1995. Effect of dried bacillus subtilis culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. *British Journal of Nutrition*, 74(4): 523-529.
29. SAS Institute. 2016. SAS version 9.4 - University Edition. SAS Inst. Inc.
30. seifi, M., M. Rezaei and A. Teimouri Yansari. 2018. Effect of different levels of soybean meal peptides on performance, intestinal morphology, and intestinal bacterial population in broiler chicks. *Research on Animal Production*, 9(22): 9-17 (In Persian).
31. Shahidi, F. and Y. Zhong. 2008. Bioactive peptides. *Journal of AOAC International*, 91: 914-931.
32. Sharma, S., R. Singh and S. Rana. 2011. Review article bioactive peptides: A review. *International Journal of Bioautomation*, 15: 223-250.
33. Singh, R. and Geetanjali. 2016. *Protein Byproducts*. Elsevier Inc.
34. Soleymanzadeh, N., S. Mirdamadi and M. Kianirad. 2016. Antioxidant activity of camel and bovine milk fermented by lactic acid bacteria isolated from traditional fermented camel milk (Chal). *Dairy Science and Technology*, 96(4): 443-457.
35. Sugiharto, S. and S. Ranjitkar. 2019. Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. *Animal Nutrition*, 5(1): 1-10.
36. Swiatkiewicz, S., A. Arczewska-Wlosek and D. Józefiak. 2016. The use of cottonseed meal as a protein source for poultry: An updated review. *Worlds Poultry Science Journal*, 72(3): 473-484.
37. Wang, J.P., N. Liu, M.Y. Song, C.L. Qin and C.S. Ma. 2011. Effect of enzymolytic soybean meal on growth performance, nutrient digestibility, and immune function of growing broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 169: 224-229.
38. Wang, L.C., C. Wen, Z.Y. Jiang and Y.M. Zhou. 2012. Evaluation of the partial replacement of highprotein feedstuff with fermented soybean meal in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(4): 849-855.
39. Wang, Y., Q. Deng, D. Song, W. Wang, H. Zhou, L. Wang and A. Li. 2017. Effects of fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical parameters, immune functions, antioxidative abilities, and cecal microflora in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 28(4): 725-738.
40. Winterbourn, C.C., R.E. Hawkins, M. Brian and R.W. Carrell. 1975. The estimation of red cell superoxide dismutase activity. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 85(2): 337-341.
41. Xu, L., B. Du and B. Xu. 2015. A systematic, comparative study on the beneficial health components and antioxidant activities of commercially fermented soy products marketed in China. *Food Chemistry*, 174: 202-213.
42. Yang, R., W. Li, Y.H. Shi and G.W. Le. 2008. Lipoic acid prevents high-fat diet-induced dyslipidemia and oxidative stress: A microarray analysis. *Nutrition*, 24: 582-588.
43. Yuan, D., Z. Tang, M. Wang, W. Gao, L. Tu, X. Jin, L. Chen, Y. He, L. Zhang, L. Zhu, Y. Li, Q. Liang, Z. Lin, X. Yang, N. Liu, S. Jin, Y. Lei, Y. Ding, G. Li, X. Ruan, Y. Ruan and X. Zhang. 2015. The genome sequence of Sea-Island cotton (*Gossypium barbadense*) provides insights into the allopolyploidization and development of superior spinnable fibre. *Scientific Reports*, 4(5): 17662.
44. Zarei, M., A. Ebrahimpour, A. Abdul-Hamid, F. Anwar and N. Saari. 2012. Production of defatted palm kernel cake protein hydrolysate as a valuable source of natural antioxidants. *International Journal of Molecular Science*, 13(7): 8097-8111.
45. Zhang, B., Y. Cui, G. Yin, X. Li and Y. You. 2010. Synthesis and swelling properties of hydrolyzed cottonseed protein composite superabsorbent hydrogel. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 59(12): 1018-1032.

## Effect of Different Levels of Cottonseed Meal Bioactive Peptides on Production Efficiency and Serum Antioxidant Activity of Broiler Chickens

Mohammad Mohammadrezaei<sup>1</sup>, Bahman Navidshad<sup>2</sup> and Abasali Gheisari<sup>3</sup>

1- Department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Department of Animal Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran,

(Corresponding Author: bnavidshad@uma.ac.ir)

3- Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Isfahan, Iran

Received: 23 March, 2020

Accepted: 3 August, 2020

### Abstract

Cottonseed meal was hydrolyzed using five types of enzymes: alkalase, chymotrypsin, pepsin, trypsin, and pancreatin. The experiment was carried out using 240 male broilers of Ross 308 strain in a completely randomized design with 4 treatments and 5 replications from 1 to 35 days of age and during the starter (1-15 days) and grower (16-35 days) phases. The experimental diets were the control diet, the control diet containing zinc bacitracin (70 mg/kg), and the experimental diets containing 15 or 20 g/kg cottonseed bioactive peptides which replaced equal amounts of corn and Soybean in the diet. Feed intake, weight gain and feed conversion ratio were measured and calculated for each cage (repetition) during three rearing (starter, grower and total period). At 35 days of age, 3 ml blood was obtained from the wing vein of 3 birds per replicate to measure serum antioxidant parameters. At the end of the rearing period, three birds from each cage were individually weighed and slaughtered and the relative weights of carcass, gastrointestinal and lymphoid organs as well as the length of different parts of the small intestine were measured. In the whole of the experimental period, the highest and lowest weight gain was observed in the antibiotic and the control groups, respectively. Antibiotic and peptide fed groups had higher feed intake and feed conversion ratio than the control group. Serum nitric oxide levels were higher in the 15 g/kg peptide group than in the control group and the antibiotic group. Malondialdehyde levels were lower for antibiotic or peptide groups than in the control group, and glutathione peroxidase levels in the groups fed antibiotic or 15 g/kg peptide was higher than in two other groups. Serum superoxide dismutase levels were higher in the groups receiving antibiotics or different levels of peptide than in the control group and the total serum antioxidant levels were not affected by the experimental diets. Antibiotic or peptide administration significantly reduced abdominal fat compared with the control group. The results of the present study showed that the bioactive peptides produced by enzymatic hydrolysis of cottonseed meal improved the growth efficiency and antioxidant parameters of broiler chickens. These results suggest that the bioactive peptides of cottonseed meal have the potential to be used as an alternative to growth-promoting antibiotics in the broiler chickens diets.

**Keywords:** Bioactive peptides, Broiler chickens, Cottonseed meal, Oxidative indices, Productive traits