

تأثیر آنزیم بتا-ماناناز بر عملکرد، صفات لاشه و ویسکوزیته روده باریک جوجه‌های گوشتی

علی‌اصغر ساکی^۱، محمدتقی مازوجی^۲، محمد مهدی طباطبایی^۱، محمدعلی ادريس^۳ و سید علی حسینی سیر^۴

چکیده

آزمایشی به منظور بررسی اثر افزودن آنزیم بتا-ماناناز در جیره غذایی حاوی سه سطح انرژی و دو سطح آنزیم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی جنس مخلوط و کیفیت لاشه و ویسکوزیته محتویات روده انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل ۲×۳ انجام گردید. شش جیره غذایی آزمایشی شامل دو سطح آنزیم (صفر و ۰/۰۵ درصد) و سه سطح انرژی (۳۰۰۰، ۲۹۰۰ و ۲۸۵۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که وزن زنده در ۴۲ روزگی تحت اثر آنزیم (۲۲۵۸/۹۹ گرم) افزایش معنی‌داری پیدا کرد ($P < 0/05$) اما سطح انرژی اثری بر وزن زنده نداشت. در ۳۵ روزگی تفاوتی در سطح ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی مشاهده شد. در ۲۱ روزگی با افزودن آنزیم مصرف خوراک کاهش یافت (۶۵۴/۱۱ گرم) و با سطح ۲۸۵۰ کیلوکالری انرژی مصرف خوراک (۷۰۷/۸۴ گرم) افزایش یافت ($P < 0/05$). جیره غذایی آزمایشی صفر + ۳۰۰۰ کم‌ترین (۶۴۹/۶۹ گرم) و صفر + ۲۸۵۰ (۷۱۶/۵۴ گرم) به صورت معنی‌داری بیش‌ترین مصرف خوراک را داشته‌اند ($P < 0/05$). در ۳۵ و ۴۲ روزگی مصرف خوراک تحت تاثیر عوامل آزمایشی قرار نگرفت. ضریب تبدیل غذایی به صورت معنی‌داری در ۲۱ روزگی برای سطح ۲۸۵۰ کیلوکالری انرژی (۱/۱۳) بیش‌تر از سایر سطوح و در ۳۵ و ۴۲ روزگی برای سطح ۰/۰۵ درصد آنزیم (به ترتیب ۱/۷۲ و ۱/۸۶) کم‌تر از سطح صفر آنزیم بود ($P < 0/05$). وزن سینه، چربی بطنی و پانکراس به صورت درصد وزن زنده تحت تاثیر عوامل آزمایش قرار نگرفت، اما جیره غذایی آزمایشی ۲۸۵۰+۰/۰۵ بیش‌ترین وزن سینه (۳۷/۲۰٪) و جیره غذایی ۲۹۰۰+۰/۰۵ (۴/۲۵٪) بیش‌ترین وزن چربی بطنی را داشتند ($P < 0/05$). ویسکوزیته محتویات روده‌ای (سانتی‌پواز) برای سطح ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی (۱/۷۳) و ۰/۰۵ درصد آنزیم (۱/۸۴) کاهش یافت ($P < 0/05$). نتایج کلی این آزمایش بیان‌گر این مطلب است که آنزیم بتا-ماناناز به خصوص در سطوح پایین انرژی باعث افزایش وزن، کاهش خوراک مصرفی، بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش ویسکوزیته شد.

واژه‌های کلیدی: کنجاله سویا، بتا-ماناناز، ویسکوزیته، جوجه‌های گوشتی

۱، ۲ و ۴. به ترتیب دانشیاران، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و کارشناس ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان
۳. استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی، اصفهان

مقدمه

همکاران (۱۹۹۸) عنوان کردند که جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های دارای آنژی پاپین همراه با آنزیم بتا-ماناناز عملکرد بهتری را نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با آنژی بالا و بدون آنزیم نشان دادند. در یک آزمایش انجام شده مکمل بتا-ماناناز در جیره‌های ذرت و کنجاله سویا باعث افزایش آنژی متابولیسمی تا ۱۴۳ کیلوکالری بر کیلوگرم خوراک و پیشرفت بازده خوراک تا حدود ۳ درصد شده است (جکسون و همکاران، ۱۹۹۹).

با این اوصاف هر خوراک لگومی مانند کنجاله سویا که در جیره به‌عنوان منبع اولیه تامین کننده پروتئین جیره باشد، حاوی بتامانان است و برای استفاده بهتر و بیشتر از آن باید به آن آنزیم اضافه نمود (پاتل و مک‌جنیس، ۱۹۸۵).

این مطالعه به منظور بررسی اثر استفاده از آنزیم بتا-ماناناز در جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا با سطوح مختلف آنژی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، صفات لاشه و ویسکوزیته محتویات روده‌ای انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۰۶ قطعه جوجه گوشتی جنس مخلوط یک روزه سویه تجاری آرین به طور تصادفی به ۶ گروه آزمایشی تقسیم شد. جوجه‌ها تا ۱۰ روزگی جیره پیش آغازین دریافت نمودند و به‌صورت جمعی نگهداری شدند تا به وزن مناسب و یک‌نواختی برسند. بعد از ۱۰ روزگی بر اساس میانگین وزن ۱۸۵ گرم در جیره غذایی‌ها و تکرارهای مربوطه تقسیم شدند، به طوری که سعی شد میانگین هر تکرار در حدود میانگین کل جوجه‌ها باشد. قفس‌های مورد استفاده در ابعاد ۲/۲×۱ متر بود و در طول دوره پرورش جوجه‌ها روی بستر نگهداری شدند. شرایط محیطی از قبیل حرارت، نور و طوبت طبق توصیه راهنمای نژادی آرین رعایت شد (مرکز پشتیبانی طیور، ۱۳۷۹). شرایط بهداشتی سالن، واکسیناسیون جوجه‌ها و داروهای مورد استفاده، طبق شرایط محیطی موجود در منطقه اعمال شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۳) اجرا شد به طوری که سه سطح آنژی متابولیسمی شامل ۳۰۰۰، ۲۹۰۰ و

سویا محصول لگومینه بسیار مهمی است، که به‌ویژه در آسیا جهت مصرف انسان کشت می‌شود و کنجاله آن به‌عنوان یک کنسانتره پروتئینی، به‌طور وسیعی در جیره‌های طیور به‌کار می‌رود (مک‌جنیس، ۱۹۸۳؛ مک‌نب و بورمن، ۲۰۰۲). به دلیل وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از جمله مانان‌ها ارزش غذایی و آنژی‌زایی کنجاله سویا کاهش می‌یابد (جکسون، ۱۹۸۷؛ گیتزمنان و آرشیو، ۱۹۶۵ و جکسون، ۲۰۰۱). بتامانان گروهی از این ترکیبات هستند که در مراحل خشک کردن و حرارت دادن سویا باقی می‌ماند (دال، ۱۹۹۷). بتامانان حدود ۱/۳ درصد کنجاله سویای ۴۸ درصد پروتئین و ۱/۵ تا ۱/۷ درصد کنجاله سویای ۴۴ درصد پروتئین را تشکیل می‌دهد (شمژن کروپ، ۲۰۰۲). بتامانان یک پلی‌ساکارید خطی است که از واحدهای تکرار شونده بتا (۱-۴) مانوز و (۱-۶) گالاکتوز تشکیل شده و ملکول‌های گلوکز به زنجیره اصلی بتامانان چسبیده‌اند (اودتالا و همکاران، ۲۰۰۲). گلوکومانان، گالاکتومانان و گالاکتوگلوکومانان هتروپلی‌ساکاریدهایی هستند که در ساختمان آن‌ها مانان به‌کار رفته است (چانزی و اونگ، ۱۹۸۵). غلظت مانان در پوسته سویا نسبت به بخش‌های دیگر بسیار بیشتر می‌باشد (اودتالا و همکاران، ۲۰۰۲). وجود ۲ تا ۴ درصد از مانان صمغ‌گار در جیره‌ی جوجه گوشتی سبب کاهش رشد و بازده استفاده از خوراک می‌شود (ورما و مک‌نب، ۱۹۸۲).

بتا-د-ماناناز یک آنزیم اندوهیدرولاز است که از تخمیر *باسیلوس لنتوس* به‌دست می‌آید که بتامانان‌ها و مشتقاتش را تجزیه می‌کند (شمژن کروپ، ۲۰۰۲). بتا-ماناناز به‌طور تصادفی ۱-۴-بتا-مانان را می‌شکند که شاخه اصلی گالاکتومانان، گالاکتوگلوکومانان و مانان است (مک‌کلرلی، ۱۹۸۳). در جیره‌های غذایی ذرت و سویایی که آنزیم بتا-ماناناز به آن‌ها اضافه شده است، ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن بهتر شده است (ورما و مک‌نب، ۱۹۸۲). هم‌چنین اودتالا و همکاران (۲۰۰۲)، مشاهده کردند که بتا-ماناناز باعث افزایش نسبت رشد به بازده خوراک در بوقلمون می‌شود. مک‌ناتون و

نتایج

نتایج مربوط به وزن زنده در دوره‌های مختلف آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. در ۳۵ روزگی وزن زنده تحت اثر سطح انرژی ۲۹۰۰ کیلوکالری به صورت معنی‌داری کمتر از سطح ۳۰۰۰ کیلوکالری بوده است. در ۴۲ روزگی نیز سطح صفر آنزیم وزن کمتری نسبت به سطح ۰/۰۵ درصد آنزیم داشته است ($P < 0.05$). وزن زنده ۲۱ روزگی بالاترین میزان را در جیره غذایی ۰/۰۵ + ۳۰۰۰ داشت (۶۳۸/۹۶ گرم) که تنها با جیره غذایی ۰/۰۵ + ۲۹۰۰ اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). بیش‌ترین وزن زنده در ۳۵ روزگی مربوط به جیره غذایی ۰/۰۵ + ۳۰۰۰ می‌باشد (۱۷۱۹/۳۸ گرم) که به‌جز جیره غذایی ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ (۱۶۸۴/۰۴ گرم)، افزایش معنی‌داری در مقایسه با سایر جیره‌های غذایی نشان داد ($P < 0.05$). در آخر دوره وزن زنده جیره‌های صفر ۰/۰۵ + ۳۰۰۰، صفر ۰/۰۵ + ۲۹۰۰، و ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ اختلاف معنی‌داری با هم نداشته ($P > 0.05$) در صورتی‌که جیره غذایی صفر ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ کاهش معنی‌داری (۲۱۷۰/۸۸ گرم) با جیره‌های غذایی ۰/۰۵ + ۳۰۰۰، ۰/۰۵ + ۲۹۰۰ و ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ نشان داد ($P < 0.05$).

نتایج مربوط به مقایسه میانگین مصرف خوراک در ۲۱، ۳۵ و ۴۲ روزگی در جدول ۳ مشاهده می‌شود. مصرف خوراک برای سطح ۲۸۵۰ کیلوکالری انرژی و نیز سطح بدون آنزیم به صورت معنی‌داری در ۲۱ روزگی بیشتر بوده است ($P < 0.05$). برای جیره‌های غذایی آزمایشی نیز مصرف خوراک در ۲۱ روزگی برای جیره غذایی‌های صفر ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ و ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ (به‌ترتیب ۷۱۶/۵۴ و ۶۹۹/۱۳ گرم) بیشتر از جیره‌های غذایی دیگر بوده است و کم‌ترین میزان مصرف خوراک برای جیره غذایی ۰/۰۵ + ۳۰۰۰ (۶۱۱/۷۳ گرم) بود که اختلاف معنی‌داری با سایر جیره‌های آزمایشی به‌جز جیره غذایی ۰/۰۵ + ۲۹۰۰ داشت ($P < 0.05$). مصرف خوراک در ۳۵ و ۴۲ روزگی در سطوح مختلف عوامل مورد آزمایش و جیره‌های غذایی مختلف معنی‌دار نشد ($P > 0.05$).

۲۸۵۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم ماده خشک و دو سطح آنزیم شامل صفر و ۰/۰۵ درصد بود.

جیره‌های غذایی آزمایشی شامل صفر + ۳۰۰۰، ۰/۰۵ + ۳۰۰۰، صفر + ۲۹۰۰، ۰/۰۵ + ۲۹۰۰، صفر + ۲۸۵۰ و ۰/۰۵ + ۲۸۵۰ بودند مقدار آنزیم بتا-ماناناز^۱ طبق توصیه شرکت سازنده (شمژن کروپ، ۲۰۰۲) به جیره‌های آغازین و رشد اضافه شد.

جیره‌های آزمایشی طبق توصیه احتیاجات غذایی جوجه‌ها (NRC، ۱۹۹۴) و با استفاده از نرم افزار جیره‌نویسی UFFDA متوازن و سپس مواد خوراکی و مواد افزودنی به دقت مخلوط گردیدند. جدول شماره ۱ اختصاصات جیره‌های آغازین و رشد را نشان می‌دهد. از ۱۰ تا ۲۱ روزگی جیره آغازین، از ۲۱ روزگی تا ۴۲ روزگی جیره رشد به جوجه‌ها داده شد.

در روزهای ۲۱، ۳۵ و ۴۲ کل جوجه‌ها به صورت انفرادی وزن‌کشی شدند. در طول دوره آزمایش خوراک مصرفی روزانه ثبت شد و برای دوره‌های ۲۱، ۳۵ و ۴۲ روزگی محاسبه شد. در پایان دوره آزمایش نیز به‌طور تصادفی از هر تکرار دو جوجه برای تفکیک اجزای لاشه انتخاب و پس از ۶ ساعت از خوراک دادن، وزن زنده، وزن سینه، وزن چربی محوطه بطنی و وزن پانکراس به-وسیله ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شد. برای تعیین ویسکوزیته روده باریک نیز در آخر دوره از هر تکرار به-طور تصادفی یک جوجه انتخاب و محتویات روده کوچک آن جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ویسکوزیته محتویات روده کوچک توسط روش استوالد (شوماخر و همکاران، ۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش نیز داده‌های به‌دست آمده با رعایت نرمال بودن داده‌ها توسط بسته نرم افزاری SAS و با رویه GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردیدند (SAS، ۱۹۹۶).

جدول ۲: میانگین وزن زنده جوجه‌ها (گرم) در سنین مختلف

اثرات	میزان	۲۱ روزگی	۳۵ روزگی	۴۲ روزگی
سطوح انرژی متابولیسمی (Kcal/kg feed)	۳۰۰۰	۶۳۳/۴۳ ^a ± ۶/۶۳	۱۶۹۰/۰۹ ^a ± ۱۹/۰۲	۲۲۳۳/۳۶ ^a ± ۲۱/۸۸
	۲۹۰۰	۶۲۲/۴۰ ^a ± ۵/۳۵	۱۶۴۰/۲۵ ^b ± ۱۴/۷۲	۲۲۳۸/۱۲ ^a ± ۲۲/۰۹
	۲۸۵۰	۶۲۳/۵۲ ^a ± ۵/۴۱	۱۶۶۲/۰۴ ^{ab} ± ۱۴/۸۵	۲۲۱۸/۹۰ ^a ± ۲۱/۶۶
سطوح آنزیم (درصد)	صفر	۶۲۹/۳۸ ^a ± ۵/۷۵	۱۶۵۵/۴۸ ^a ± ۱۳/۳۶	۲۱۹۸/۹۷ ^b ± ۱۸/۸۴
	۰/۰۵	۶۲۲/۳۰ ^a ± ۴/۶۵	۱۶۶۵/۹۸ ^a ± ۱۳/۰۳	۲۲۵۸/۹۹ ^a ± ۱۹/۴۲
	صفر + ۳۰۰۰	۶۳۲/۰۱ ± ۹/۲۴ ^{ab}	۱۶۳۳/۲۳ ± ۲۶/۴۳ ^b	۲۲۳۸/۰۰ ± ۳۰/۱۹ ^{ab}
اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم	صفر + ۰/۰۵	۶۳۸/۹۶ ± ۸/۹۸ ^a	۱۷۱۹/۳۸ ± ۲۵/۹۷ ^a	۲۲۶۸/۱۳ ± ۲۹/۳۷ ^a
	صفر + ۲۹۰۰	۶۳۰/۳۸ ± ۷/۵۸ ^{ab}	۱۶۳۳/۹۴ ± ۲۱/۰۷ ^b	۲۲۱۳/۳۳ ± ۲۹/۹۷ ^{ab}
	صفر + ۰/۰۵	۶۱۴/۴۵ ± ۷/۵۴ ^b	۱۶۴۶/۷۸ ± ۲۰/۵۵ ^b	۲۲۶۱/۷۹ ± ۲۸/۹۹ ^a
	صفر + ۲۸۵۰	۶۲۸/۱۵ ± ۷/۷۱ ^{ab}	۱۶۴۱/۰۱ ± ۲۱/۸۱ ^b	۲۱۷۰/۸۸ ± ۳۶/۳۲ ^b
	صفر + ۰/۰۵	۶۱۹/۱۷ ± ۷/۵۸ ^{ab}	۱۶۸۴/۰۴ ± ۲۱/۸۴ ^{ab}	۲۲۶۵/۰۹ ± ۳۵/۳۷ ^a

ab میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند.

جدول ۳: میانگین خوراک مصرفی جوجه‌ها (گرم) در سنین مختلف

اثرات	میزان	۲۱ روزگی	۳۵ روزگی	۴۲ روزگی
سطوح انرژی متابولیسمی (Kcal/kg feed)	۳۰۰۰	۶۳۰/۷۲ ^b ± ۷/۹۶	۲۹۱۷/۷۴ ^a ± ۶۱/۳۹	۴۲۹۸/۷۷ ^a ± ۱۰۳/۴۹
	۲۹۰۰	۶۵۱/۷۹ ^b ± ۶/۵۰	۲۹۴۵/۹۶ ^a ± ۵۶/۶۶	۴۳۰۹/۴۵ ^a ± ۸۴/۵۰
	۲۸۵۰	۷۰۷/۸۴ ^a ± ۶/۵۵	۲۹۷۰/۹۱ ^a ± ۵۴/۲۳	۴۳۹۴/۵۸ ^a ± ۸۶/۶۱
سطوح آنزیم (درصد)	صفر	۶۷۶/۳۱ ^a ± ۵/۶۶	۲۹۹۰/۹۶ ^a ± ۴۹/۳۷	۴۴۲۴/۲۸ ^a ± ۷۲/۶۴
	۰/۰۵	۶۵۴/۱۱ ^b ± ۶/۸۵	۲۸۹۸/۷۸ ^a ± ۴۸/۵۲	۴۲۲۳/۵۶ ^a ± ۷۰/۶۳
	صفر + ۳۰۰۰	۶۴۹/۶۹ ^b ± ۱۲/۵۶	۲۹۷۴/۰۰ ^a ± ۷۱/۱۱	۴۳۷۸/۹۹ ^a ± ۱۴۳/۰۹
اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم	صفر + ۰/۰۵	۶۱۱/۷۳ ^c ± ۱۲/۵۶	۲۸۶۰/۹۹ ^a ± ۷۱/۱۱	۴۱۵۶/۴۸ ^a ± ۱۴۳/۰۹
	صفر + ۲۹۰۰	۶۶۲/۷۱ ^b ± ۱۰/۸۸	۲۹۹۱/۲۶ ^a ± ۶۱/۵۸	۴۴۴۱/۰۷ ^a ± ۱۲۳/۹۲
	صفر + ۰/۰۵	۶۴۰/۸۶ ^{bc} ± ۱۰/۸۸	۲۹۰۰/۶۷ ^a ± ۶۱/۵۸	۴۱۷۷/۸۴ ^a ± ۱۲۳/۹۲
	صفر + ۲۸۵۰	۷۱۶/۵۴ ^a ± ۱۰/۸۸	۳۰۰۷/۱۲ ^a ± ۶۱/۵۸	۴۴۵۲/۷۹ ^a ± ۱۲۳/۹۲
	صفر + ۰/۰۵	۶۹۹/۱۳ ^a ± ۱۰/۸۸	۲۹۳۴/۷۰ ^a ± ۶۱/۵۸	۴۳۳۶/۳۸ ^a ± ۱۲۳/۹۲

abc میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌دار دارند (سطوح انرژی و آنزیم در سطح ۱ درصد و اثر متقابل آنها در سطح ۵ درصد).

غذایی اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). همچنین جیره‌های غذایی صفر + ۲۹۰۰ و ۲۹۰۰ + ۰/۰۵ (به ترتیب ۱/۰۵ و ۱/۰۴) نیز با جیره غذایی ۳۰۰۰ + ۰/۰۵ ($P < 0.05$)، اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). در ۳۵ روزگی جیره غذایی ۳۰۰۰ + ۰/۰۵ کم‌ترین ضریب تبدیل غذایی (۱/۶۶) را داشته است که نسبت به جیره‌های غذایی صفر + ۳۰۰۰، صفر + ۲۹۰۰ و صفر + ۲۸۵۰ کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). در آخر دوره اختلاف معنی‌داری در میزان ضریب تبدیل غذایی بین جیره غذایی به‌دست نیامد ($P > 0.05$).

میانگین ضریب تبدیل غذایی دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۴ آمده است. ضریب تبدیل غذایی در ۲۱ روزگی برای سطح ۲۸۵۰ کیلوکالری به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر سطوح بود ($P < 0.05$). هم چنین در ۳۵ و ۴۲ روزگی نیز سطح ۰/۰۵ آنزیم ضریب تبدیل غذایی بهتری نسبت به سطح صفر آنزیم داشت ($P < 0.05$).

در ۲۱ روزگی بالاترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به جیره غذایی صفر + ۲۸۵۰ (۱/۱۴) و جیره غذایی ۲۸۵۰ + ۰/۰۵ (۱/۱۲) بود که با سایر جیره‌های

جدول ۴: ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در سنین مختلف

اثرات	میزان	۲۱ روزگی	۳۵ روزگی	۴۲ روزگی
سطوح انرژی متابولیسمی (Kcal/kg feed)	۳۰۰۰	۰/۹۹ ^b ±۰/۰۲	۱/۷۴ ^a ±۰/۰۵	۱/۸۹ ^a ±۰/۰۴
	۲۹۰۰	۱/۰۴ ^b ±۰/۰۱	۱/۷۹ ^a ±۰/۰۴	۱/۹۲ ^a ±۰/۰۴
	۲۸۵۰	۱/۱۳ ^a ±۰/۰۱	۱/۷۸ ^a ±۰/۰۴	۱/۹۸ ^a ±۰/۰۵
سطوح آنزیم (درصد)	صفر	۱/۰۷ ^a ±۰/۰۱	۱/۸۲ ^a ±۰/۰۳	۲/۰۰ ^a ±۰/۰۳
	۰/۰۵	۱/۰۵ ^a ±۰/۰۱	۱/۷۲ ^b ±۰/۰۴	۱/۸۶ ^b ±۰/۰۳
	صفر + ۳۰۰۰	۱/۰۳ ^{bc} ±۰/۰۲	۱/۸۲ ^a ±۰/۰۷	۱/۹۵ ^a ±۰/۰۶
اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم	صفر + ۳۰۰۰ + ۰/۰۵	۰/۹۶ ^c ±۰/۰۲	۱/۶۶ ^b ±۰/۰۷	۱/۸۳ ^a ±۰/۰۶
	صفر + ۲۹۰۰	۱/۰۵ ^b ±۰/۰۲	۱/۸۳ ^a ±۰/۰۶	۲/۰۰ ^a ±۰/۰۵
	صفر + ۲۹۰۰ + ۰/۰۵	۱/۰۴ ^b ±۰/۰۲	۱/۷۶ ^{ab} ±۰/۰۶	۱/۸۴ ^a ±۰/۰۵
	صفر + ۲۸۵۰	۱/۱۴ ^a ±۰/۰۲	۱/۸۳ ^a ±۰/۰۶	۲/۰۵ ^a ±۰/۰۵
	صفر + ۲۸۵۰ + ۰/۰۵	۱/۱۲ ^a ±۰/۰۲	۱/۷۴ ^{ab} ±۰/۰۶	۱/۹۱ ^a ±۰/۰۵
	صفر + ۲۸۵۰ + ۰/۰۵	۱/۱۲ ^a ±۰/۰۲	۱/۷۴ ^{ab} ±۰/۰۶	۱/۹۱ ^a ±۰/۰۵

abc میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند.

جدول ۵: میانگین درصد وزن سینه، چربی محوطه بطنی و پانکراس در آخر دوره پرورش

اثرات	میزان	چربی محوطه بطنی	سینه	پانکراس
سطوح انرژی متابولیسمی (Kcal/kg feed)	۳۰۰۰	۳/۸۶ ^a ±۰/۲۸	۳۶/۰۰ ^a ±۰/۶۰	۰/۴۲ ^a ±۰/۰۱
	۲۹۰۰	۳/۷۵ ^a ±۰/۲۴	۳۶/۸۲ ^a ±۰/۵۲	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۱
	۲۸۵۰	۳/۶۶ ^a ±۰/۲۴	۳۶/۹۴ ^a ±۰/۵۴	۰/۴۲ ^a ±۰/۰۱
سطوح آنزیم (درصد)	صفر	۳/۵۶ ^a ±۰/۲۱	۳۶/۴۰ ^a ±۰/۴۵	۰/۴۲ ^a ±۰/۰۲
	۰/۰۵	۳/۹۴ ^a ±۰/۲۲	۳۶/۸۸ ^a ±۰/۴۶	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۱
	صفر + ۳۰۰۰	۳/۹۱ ^{ab} ±۰/۳۷	۳۵/۲۷ ^b ±۰/۶۴	۰/۴۳ ^a ±۰/۰۲
اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم	صفر + ۳۰۰۰ + ۰/۰۵	۳/۸۱ ^{ab} ±۰/۳۷	۳۶/۷۱ ^{ab} ±۰/۶۴	۰/۴۲ ^a ±۰/۰۲
	صفر + ۲۹۰۰	۳/۲۵ ^b ±۰/۳۲	۳۶/۹۷ ^{ab} ±۰/۵۵	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۲
	صفر + ۲۹۰۰ + ۰/۰۵	۴/۲۵ ^a ±۰/۳۲	۳۶/۶۷ ^{ab} ±۰/۵۵	۰/۴۰ ^a ±۰/۰۲
	صفر + ۲۸۵۰	۳/۶۰ ^{ab} ±۰/۳۲	۳۶/۶۷ ^{ab} ±۰/۵۵	۰/۴۳ ^a ±۰/۰۲
	صفر + ۲۸۵۰ + ۰/۰۵	۳/۷۲ ^{ab} ±۰/۳۲	۳۷/۲۰ ^a ±۰/۵۵	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۲
	صفر + ۲۸۵۰ + ۰/۰۵	۳/۷۲ ^{ab} ±۰/۳۲	۳۷/۲۰ ^a ±۰/۵۵	۰/۴۱ ^a ±۰/۰۲

ab میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند.

جیره‌های غذایی آزمایشی معنی‌دار نبوده است (P>۰/۰۵).

همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، کم‌ترین ویسکوزیته در بین سطوح مختلف انرژی مربوط به سطح انرژی ۲۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم بود (۱/۷۳ سانتی‌پواز) که نسبت به سایر سطوح انرژی، کاهش معنی‌دار داشته است (P<۰/۰۱). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در جیره غذایی حاوی آنزیم، میزان ویسکوزیته محتویات روده (۱/۸۴ سانتی‌پواز) به صورت معنی‌دار پایین‌تر از جیره‌های غذایی بدون آنزیم (۱/۹۷ سانتی‌پواز) بود (P<۰/۰۱).

همان‌گونه که در جدول ۵ نشان داده شده است، سطوح انرژی و آنزیم اثر معنی‌داری بر وزن سینه، چربی بطنی و پانکراس نداشته است (P>۰/۰۵). بالاترین میزان درصد وزن سینه مربوط به جیره غذایی ۲۸۵۰+۰/۰۵ بود (۳۷/۲۰٪) که با جیره غذایی صفر + ۳۰۰۰ (۳۵/۲۷٪) اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و با سایر جیره غذایی اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). وزن چربی محوطه بطنی جیره غذایی صفر + ۲۹۰۰ (۳/۲۵٪) با جیره غذایی ۲۹۰۰+۰/۰۵ (۴/۲۵٪) کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). وزن پانکراس بین هیچ یک از

جدول ۶: میانگین ویسکوزیته محتویات روده در ۴۲ روزگی

اثرات	میزان	ویسکوزیته (سانتی پواز)
سطوح انرژی متابولیسمی (Kcal/kg feed)	۳۰۰۰	۲/۰۰ ^a ± ۰/۱۹
	۲۹۰۰	۱/۷۳ ^b ± ۰/۱۵
	۲۸۵۰	۲/۰۲ ^a ± ۰/۱۵
سطوح آنزیم (درصد)	صفر	۱/۹۷ ^a ± ۰/۱۳
	۰/۰۵	۱/۸۴ ^b ± ۰/۱۴
اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم	صفر + ۳۰۰۰	۲/۰۲ ^a ± ۰/۰۶
	۰/۰۵ + ۳۰۰۰	۱/۹۹ ^{ab} ± ۰/۰۶
	صفر + ۲۹۰۰	۱/۸۱ ^b ± ۰/۰۵
	۰/۰۵ + ۲۹۰۰	۱/۶۴ ^c ± ۰/۰۵
	صفر + ۲۸۵۰	۲/۱۰ ^a ± ۰/۰۵
	۰/۰۵ + ۲۸۵۰	۱/۹۳ ^{ab} ± ۰/۰۵

abc میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد دارند.

میزان خوراک مصرفی جیره‌های غذایی مختلف، در ۳۵ و ۴۲ روزگی معنی‌دار نشده ولی در ۲۱ روزگی معنی‌دار شده است که دلیل این امر شاید به میزان ترشح آنزیم‌های هضمی مربوط باشد که در سنین پایین‌تر کمتر ترشح می‌شوند و آنزیم بتا-ماناناز توانسته است اثر خود را تا ۲۱ روزگی به‌طور معنی‌داری نشان دهد. مکنب و بورمن (۲۰۰۲) عقیده دارند که بتا-ماناناز موجب کاهش مصرف خوراک جوجه‌ها می‌شود که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. هم‌چنین وارد و فوج (۱۹۹۶) دریافتند که اضافه نمودن آنزیم به جیره‌های بر اساس ذرت و سویا موجب کاهش مصرف خوراک می‌شود. در آزمایشی که شرکت سازنده آنزیم (شمژن کروپ، ۲۰۰۲) انجام داد مشخص کرد که اضافه نمودن آنزیم بتا-ماناناز سبب کاهش مصرف خوراک شده است اما اثر معنی‌داری نداشته است که با نتایج به‌دست آمده در بررسی حاضر مطابقت می‌نماید.

در ۳۵ و ۴۵ روزگی آنزیم بتا-ماناناز اثر خود را بر ضریب تبدیل غذایی نشان داده است. در مورد ضریب تبدیل غذایی ۲۱ روزگی باید این نکته را توضیح داد که گرچه با کاهش سطح انرژی جیره مصرف خوراک افزایش یافته است، ولی منجر به افزایش وزن زنده بیشتر در مقایسه با سطوح انرژی بالاتر نشده است که دلیل این امر شاید مربوط به غلظت انرژی بیشتر در جیره‌های حاوی سطوح بالاتر انرژی و قابلیت کمتر استفاده

بین جیره‌های غذایی آزمایشی بالاترین میزان ویسکوزیته محتویات روده مربوط به جیره غذایی صفر + ۳۰۰۰ و صفر + ۲۸۵۰ (به ترتیب ۲/۰۲ و ۲/۱۰ سانتی-پواز) بود که با جیره‌های غذایی صفر + ۲۹۰۰ و ۰/۰۵ + ۲۹۰۰ (به ترتیب ۱/۸۱ و ۱/۶۴ سانتی-پواز) اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$). گرچه بین ویسکوزیته جیره‌های غذایی صفر + ۲۹۰۰ و ۰/۰۵ + ۲۹۰۰ که در پایین‌ترین حد ویسکوزیته بوده‌اند، نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0/05$).

بحث

وزن زنده در جیره‌های غذایی حاوی آنزیم در آخر دوره پرورشی افزایش معنی‌داری داشته است ($P < 0/05$). گوییل (۲۰۰۲) و وارد و فوج (۱۹۹۶) نشان دادند که وزن زنده جوجه‌هایی که آنزیم بتا-ماناناز در جیره آن‌ها به‌کار رفته، بالاتر شده است که نتایج آزمایش حاضر با آن مطابقت دارد. اختلاف معنی‌دار در وزن زنده پایان دوره در جیره‌های غذایی ۵ و ۶ که کم-ترین سطح انرژی را داشته‌اند موید این مساله است که آنزیم در جبران کاهش انرژی جیره موثر بوده و توانسته اثر خود را بر وزن زنده اعمال کند. این موضوع با نتیجه‌ای که مک نوتون (۱۹۹۸) به‌دست آورد هم‌خوانی دارد.

همکاران (۱۳۸۱)، بدفورد و چسن (۱۹۹۲ و ۱۹۹۳)، چاکت و آنیسون (۱۹۹۲) و چاکت و همکاران (۱۹۹۳) مشابه بوده است. در واقع ویسکوزیته با افزایش میزان چسبندگی مواد هضمی در روده باریک موجب کاهش هضم و جذب مواد مغذی و نهایتاً پایین آمدن عملکرد می‌شود و می‌توان چنین نتیجه گرفت که یکی از دلایلی که باعث افزایش عملکرد جیره‌های غذایی حاوی آنزیم شده میزان کم ویسکوزیته این جیره غذایی‌ها بوده است.

نتایج به دست آمده از این آزمایش مشخص کرده است که آنزیم بتا-ماناناز توانسته است اثر خود را در جیره‌های بر پایه ذرت و سویا نشان داده و جوجه‌هایی که در جیره آن‌ها آنزیم به کار رفته بود با مصرف خوراک کمتر و ضریب تبدیل غذایی بهتر اثرات مطلوبی را در آخر دوره نشان دادند. هم‌چنین ممکن است برای استفاده مطلوب‌تر از سطوح بالای کنجاله سویا آنزیم بتا-ماناناز اثر مطلوب خود را در رشد جوجه‌ها و بازدهی غذایی نشان دهد که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد.

جوجه‌ها از جیره‌های حاوی انرژی پایین‌تر باشد که باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی برای سطح انرژی ۲۸۵۰ کیلوکالری شده است. این مطلب با نتایجی که مک‌نوتون (۱۹۹۸) و جکسون (۲۰۰۱) به دست آوردند، در یک راستا قرار دارد. مانان با افزایش ضریب تبدیل غذایی سبب کاهش بازده مصرف خوراک شده که نتایج به دست آمده در این آزمایش در تایید نتایجی است که کچ و همکاران (۱۹۶۷) به دست آوردند.

اگرچه وزن پانکراس در پایان دوره در جیره‌های غذایی حاوی آنزیم کمتر از جیره‌های غذایی بدون آنزیم بود اما اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). در مقابل برنز و همکاران (۱۹۹۳) و زنلا و همکاران (۱۹۹۹) اثر معنی‌داری را بر وزن پانکراس در اثر افزودن آنزیم مشاهده کرده‌اند. میزان چربی بطنی در جیره غذایی ۴ افزایش معنی‌داری داشته است که با نتایج زنلا و همکاران (۱۹۹۹) و برنز و همکاران (۱۹۹۳) مشابهت دارد که شاید به اثر این آنزیم در بالا بردن انرژی متابولیسمی جیره برگردد.

افزودن آنزیم باعث کاهش معنی‌دار ویسکوزیته محتویات روده‌ای شده است که با نتایج کریمی و

منابع

- مرکز پشتیبانی طیور. ۱۳۷۹. راهنمای مدیریت پرورش جوجه گوشتی آرین. انتشارات مرکز پشتیبانی طیور کشور.
- کریمی، ا.، نیکخواه، ع. و کامیاب، ع. ۱۳۸۱. ارزشیابی تغذیه‌ای غلات (گندم و جو) در جیره طیور با و بدون استفاده از آنزیم، آنتی بیوتیک و چربی. پایان‌نامه دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- Bedford, M. R. and Chesson, H. L. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and result in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. *Journal of Nutrition*, 122: 560-569.
- Brenes, A., Smith, M. Guenter, W. and Marquardt, R. R. 1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat- and barley-based diets. *Poultry Science*, 72: 1731- 1739.
- Chanzy, H., and Vuong, R. 1985. Ultrastructure and morphology of crystalline polysaccharides. In: *Polysaccharides Topics in Structure and Morphology*. E.D.T. Atkins, ed. VCH publishers, bristol. UK.
- ChemGen Crop. 2002. Hemicell feed enzyme, field and pen trial data for swine, broilers, ducks, laying hens and turkeys. [www. Chemgen. Com/res/negative..shtml](http://www.chemgen.com/res/negative.shtml)
- Chesson, A. 1987. Supplementary enzyme to improve the utilization of pig and poultry diets. In: *recent advances in animal nutrition*. PP 71-89. Butterworths, London.
- Choct, M. and Annison, G. 1992. The inhibition of nutrient digestion by wheat pentonase. *Brithish Journal of Nutrition*, 67:123-132.
- Choct, M. Annison, G. L. and Timble, R. P. 1993. Extract viscosity as a predictor of the nutritive quality of wheat in poultry. *Australian Poultry Science Symposium*, 5: 78.
- Couch, J. R., Bakashi, Y. K., Fergosen, T. M., Smith, E. B. and Greger, C. R. 1967. The effect of processing on the nutritional value of guar meal for broiler chicks. *British Poultry Science*, 8: 246-250.
- Dale, N. 1997. Current status of feed enzyme for swine. hemicell, poultry and swine feed enzyme. chemgen crop. Gaihtersburg, MD.
- Gitzelmann, R., and Auricchio, S. 1965. The handling of soy alpha-galactosidase by a normal and galactosemic child. *Pediatrics* 36: 231-232.
- Goihl, J. 2002. Beta-mannanase supplementation could improve feed efficiency. *Feedstuffs*. 74: 21.
- Jackson, M. 2001. Improving soya utilization monogastrics: maize-soya diets with β -mannanase. *Feed International*. 22 (Suppl. 12): 22-26.
- Jackson, M. E., Fodge, D. W. and Hsiao, H. Y. 1999. Effects of β -mannanase in corn-soybean meal diets on laying hen performance. *Poultry Science*, 78:1737-1741.
- McCleary, B. V. 1988. Beta-D-mannanase. *Methods in Enzymology*. 160: 596-615.
- McGinnis, J. 1983. Carbohydrate utilisation in feedstuffs. Pages 106-107 in proceedings of the Minnesota Nutrition Conference, St. Paul, MN.
- McNab, J. M., and Boorman, K. N. 2002. *Poultry feedstuffs, supply, composition and nutritive value*. CABI Publishing.
- McNaughten, J. L., Hsiao, H., Anderson, D. and Fodge, D. W. 1998. Corn/ soy/fat diets for broilers, β -mannanase and improved feed conversion. *Poultry Science*, 77: (Supplement 1): 153. (abstract).
- National Research Council. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9th revised National Academy Press, Washington, DC.
- Odetallah, N. H., Ferket, P. R., Grimes, J. L. and McNaughton, J. L. 2002. Effect of mannan-endo-1,4- β -mannosidase on the growth performance of turkeys fed diets containing 44 and 48% crude protein soybean meal. *Poultry Science*, 81: 1322-1331.
- Patel, M. B., and McGinnis, J. 1985. The effect of autoclaving and enzyme supplementation of guar meal on the performance on the chicks and laying hens. *Poultry science*. 64:1148-1156.
- SAS institute. 1996. *SAS/STAT user's guide: statistics*. Release 6.12. SAS institute Inc., Cary, NC.

- Shoemaker, D. P., Garland, C. W., Steinfeld, J. I. and Nibler, J. W. 1981. Experiments in Physical Chemistry. PP, 96-107.
- Verma, S. V. S., and McNab, J. M. 1982. Guar meal in diets for broiler chickens. *British Poultry Science*, 23: 95-105.
- Ward, N. E., and Fodge, D. W. 1996. Ingredients to counter antinutritional factors: soybean-based feeds need enzymes too. *Feed Management*, 47:13-18.
- Zanella, I., Sakomura, N. K., Silversides, F. G., Figueirido, A. and Pack, M. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, 78: 561-568.

Broilers Performance, Carcass quality and Intestinal Viscosity in Response to β -Mannanase Enzyme

Saki¹, A. A., Mazuji², M. T., Tabatabaei¹, M. M., Edris³, M. A. and Hossieni Siyar⁴, S. A.

Abstract

The experiment was conducted to test the effect of β -mannanase enzyme addition in broiler chicken diets contain three metabolizable energy levels on performance, carcass quality and intestine viscosity. This study was arranged by complete random design (CRD) in arrangement by factorial procedure (2×3). Six treatments were used that consist of two levels of enzyme (0 and 0.05%) and three levels of metabolizable energy (2850, 2900 and 3000 Kcal/Kg). The results of this study were shown that body weight was significantly increased by enzyme supplementation (2258.99 g) at 42 day of age ($p < 0.05$) but energy level was not affected on body weight. The difference was appeared at 35 days of age in 3000 Kcal/Kg energy level. Reduction in feed intakes was indicated with enzyme supplementation at 21 days of age and feed intake was increased significantly by 2850 Kcal/Kg energy level ($P < 0.05$). While the lowest level of feed was recognized in 3000+0.05 group (649.69 g) and highest levels were shown by treatments 2850+0 (716.54 g). No responses was found in feed intake at 35 and 42 days of age by experimental agents. Feed conversion ration (FCR) was significantly higher in 2850 kcal/kg ME (1.13) at 21 days of age compared with other levels of energy. This was lower at 35 and 42 days of age for 0.05% enzyme in comparison to zero level ($P < 0.05$). Breast meat, abdominal fat and pancreas percentage were not affected by experimental main effects, but breast and abdominal fat percentage were increased in treatments 2850+0.05 (%4.25) and 2900+0.05 (%37.20) respectively ($P < 0.05$). Viscosity was reduced by 2900 kcal/kg ME (1.73 cps) and 0.05% enzyme (1.84 cps). The results of this study were shown that in low energy level body weight increased, and feed intake, viscosity and FCR decreased with β -mannanase enzyme supplementation.

Keywords: Soybean meal, β -Mannanase, Viscosity, Broiler chicken

1, 2 and 4. respectively, Associated professor, M.Sc. Student and M.Sc of Animal nutrition, Animal science department, Agriculture faculty, Bu-Ali Sina University, Hamedan

3. Professor of animal Science Department, Agriculture Faculty, Isfahan Thechnical University, Isfahan
