



اثر سطوح مختلف انرژی متابولیسمی و آنزیم بتاماناز بر کیفیت تخم مرغ و عملکرد مرغ های تخمگذار تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت-جو-کنجاله سویا

مهران ترکی^۱، محمد داودی فر^۲، حسینعلی قاسمی^{۳*}

۱- دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۳- استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۳ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف انرژی و آنزیم بتاماناز در جیره بر پایه ذرت-جو-کنجاله سویا بر عملکرد و خصوصیات کیفی تخم مرغ، از تعداد ۲۱۶ قطعه مرغ تخمگذار سویه هایلین (سن ۵۷ هفتگی) به مدت ۸ هفته استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۲×۲ با ۹ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۲ سطح انرژی (۲۸۵۰ و ۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) و ۲ سطح آنزیم بتاماناز (با آنزیم و بدون آنزیم) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از تیمار با انرژی بالا (۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) در مقایسه با تیمار کم انرژی (۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) سبب کاهش مصرف خوراک (۹۵/۶±۳/۹ در مقابل ۹۷/۹±۲/۰ گرم؛ $P=0/038$) و افزایش شاخص رنگ زرده تخم مرغ (۵/۷±۰/۶ در مقابل ۵/۱±۰/۷؛ $P=0/044$) شد. سایر صفات تولیدی و صفات کیفی تخم مرغ تحت تأثیر سطوح انرژی جیره قرار نگرفت. اگرچه اثر آنزیم بتاماناز بر فراسنجه های تولیدی و صفات کیفی تخم مرغ معنی دار نبود، تمایل به کاهش درصد تخم مرغ های شکسته ($P=0/072$) و بهبود ضخامت پوسته ($P=0/086$) با افزودن آنزیم بتاماناز وجود داشت. همچنین اثرات متقابل بین انرژی و آنزیم روی ضخامت پوسته در کل دوره مشاهده شد؛ بطوریکه جیره کم انرژی همراه با آنزیم به طور معنی داری ضخامت پوسته را نسبت به جیره کم انرژی بدون آنزیم بهبود دادند ($P=0/049$). با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از آنزیم بتاماناز برای بهبود خصوصیات کیفی پوسته در جیره های کم انرژی بر پایه ذرت-جو-سویا توصیه می شود.

واژه های کلیدی: انرژی جیره، بتاماناز، عملکرد، کیفیت تخم مرغ، مرغ های تخمگذار

مقدمه

مناسب اسیدهای آمینه، هنوز این ماده خوراکی به عنوان منبع اصلی پروتئین در جیره غذایی طیور محسوب می‌شود. از جمله مواد ضد تغذیه‌ای در کنجاله سویا بتامانان می‌باشد. بتامانان یک گروه از ترکیبات مقاوم در برابر گرما می‌باشد که در مرحله فرآوری و خشک کردن کنجاله سویا باقی می‌مانند و به ترتیب حدود ۱/۳ و ۱/۶ درصد سویای بدون پوسته و با پوسته را تشکیل می‌دهند (Hsiao et al., 2006). بتامانان‌ها در رده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای غیرسلولزی قرار می‌گیرند. بتامانان‌ها پلی‌ساکاریدهای خطی هستند که از تکرار قطعات β -۱-۴ مانوز و α -۱-۶ گالاکتوز و گلوکز که به اسکلت β -مانان متصل شده‌اند، تشکیل یافته‌اند. بطور کلی بتامانان‌ها در همه مواد غذایی با منبع گیاهی وجود دارند و مطالعات نشان داده است که میزان ۴-۲ درصد بتامانان در غذا، ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن روزانه را در تک معده‌ای‌ها ۲۵ - ۲۰ درصد کاهش می‌دهد (Jackson et al., 1999).

مطالعات مشخص کرده که مصرف آنزیم‌ها در تغذیه طیور موجب کاهش مواد ضد تغذیه‌ای، هیدرولیز مواد غیر قابل هضم، افزایش راندمان خوراک و بهبود عملکرد طیور می‌شود (Bedford and Morgan, 1996). آنزیم بتاماناز که غالباً از باکتری باسیلوس لنتوس تولید می‌شود، در دامنه وسیعی از pH، یعنی از ۲/۵ تا ۹ (محدوده چینه‌دان تا روده بزرگ) فعال بوده و قادر به هیدرولیز بتامانان‌ها می‌باشد. این آنزیم با جلوگیری از چسبیدن بتامانان‌ها به مخاط روده و جلوگیری از روند نازک شدن مخاط روده، مانع از اتصال پاتوژن‌ها به روده می‌شود (Zangeneh and Torki, 2011). گزارش شده است که استفاده از آنزیم بتاماناز در جیره‌های حاوی گیاه گوار که حاوی ۱۷-۱۲٪ بتامانان می‌باشد سبب کاهش ویسکوزیته روده و کم کردن اثرات زیان‌آور مربوط به تغذیه گیاه گوار می‌شود (Lee et al., 2003). در مطالعه‌ای بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن تخم‌مرغ و تولید در مرغان تخمگذار به وسیله این آنزیم گزارش شد که این بهبود را به تحریک ترشح انسولین و افزایش خوراک مربوط دانستند (Jackson et al., 1999). در مطالعه دیگری استفاده از جیره‌های کم انرژی و به همراه آنزیم بتاماناز، در مقایسه با جیره‌های پرانرژی و بدون آنزیم، عملکرد نسبتاً بهتری را

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای به عنوان یکی از ترکیبات ضد تغذیه‌ای برای تک معده‌ای‌ها شناخته می‌شوند که به مقدار زیاد در دانه‌های جو، گندم، کنجاله سویا و کلزا وجود دارند (Iji, 2009). بطور کلی اثر مخرب پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول بر هضم و جذب مواد غذایی در حیوانات تک معده‌ای به خصوص طیور، به افزایش ویسکوزیته دستگاه گوارش، تغییر فیزیولوژی دستگاه گوارش و تغییر اکوسیستم روده بر می‌گردد (حقیقیان رودسری و همکاران، ۱۳۸۹؛ Zou et al., 2013). پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای شامل الیاف سلولزی، آرابینوزایلان‌ها (پنتوزان‌ها)، بتاگلوکان‌ها، اسید ارونیک و مانان‌ها می‌باشند (Aman and Graham, 1990). امروزه در دنیا و بویژه در ایران از ذرت به عنوان منبع اصلی انرژی در جیره طیور استفاده می‌شود. بدون شک هیچ یک از غلات موجود قادر به رقابت با این غله نیستند، ولی استفاده از برخی از آنها بسته به شرایط جغرافیایی و اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است. جو از لحاظ پروتئین خام، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی مختلف و آلودگی به قارچ‌ها و کپک‌ها نسبت به ذرت برتری دارد، اما به علت داشتن مواد ضد تغذیه‌ای مصرف آن در جیره طیور دارای محدودیت می‌باشد. کربوهیدرات‌ها ترکیبات اصلی دانه جو می‌باشند که بیش از ۸۰ درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهند و عمده کربوهیدرات‌های موجود در آن را نشاسته تشکیل می‌دهد. پلی‌ساکارید غیر نشاسته‌ای نظیر بتاگلوکان مهمترین فاکتور ضد تغذیه‌ای موجود در جو می‌باشد که حدود ۱۶/۷ درصد ماده خشک جو را تشکیل می‌دهد (Arab-Abousadi et al., 2007). همچنین گزارش شده حدود ۳-۲٪ وزن دیواره سلولی آلورون و آندوسپرم جو را پلی‌ساکاریدهای مانان تشکیل می‌دهند (Hrmova et al., 2006). در آزمایشی با تغذیه جوجه‌های گوشتی با دانه جو مشاهده کردند که ضمن افزایش ویسکوزیته روده، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین و انرژی کاهش می‌یابد (He et al., 2003).

با وجود شناسایی چندین ماده ضد تغذیه‌ای در کنجاله سویا، ولی به علت داشتن درصد پروتئین بالا و پروفیل

ها دارای ۸۰ درصد تولید تخم مرغ بودند. تهویه این سالن به صورت سقفی- عرضی بود به طوری که هوا به وسیله رادیاتور گرم شده و از سقف وارد سالن می شد و سپس از دو عرض سالن به وسیله فن خارج می شد. روشنایی سالن با لامپ های ۶۰ واتی به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت خاموشی بود که به صورت خودکار صورت گرفت. آبخوری و دانخوری ها به صورت ناودانی بودند. دان روزی دو بار به صورت دستی بین مرغ ها توزیع شد. کود مرغ دو بار در هفته تخلیه شد. دمای سالن بین ۲۰-۱۷ درجه نوسان داشت و تخم مرغ ها در هنگام غروب جمع آوری شدند.

در این آزمایش از دو سطح انرژی (۲۷۵۰ و ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) و نیز از دو سطح بدون آنزیم و با آنزیم بتاماناز استفاده شد. بنابراین با احتساب ۲ سطح انرژی و ۲ سطح آنزیم ۴ تیمار در نظر گرفته شد و برای هر تیمار ۹ تکرار (۳۶=۹×۴ پن) و در هر تکرار ۶ مرغ بکار برده شد که در کل ۲۱۶ مرغ برای این آزمایش در نظر گرفته شد. احتیاجات غذایی مرغ ها از راهنمای مدیریت مرغ های تخم- گذار سفید های لاین W36 با توجه به سن گله و مقدار خوراک مصرفی تعیین شد و با توجه به نیازها، جیره ها تنظیم گردید. سطوح پروتئین و سایر مواد مغذی در تمام جیره ها یکسان در نظر گرفته شدند. جیره ها به وسیله نرم افزار UFFDA تنظیم شدند که به صورت آردی و به مقدار روزانه ۱۰۰ گرم به ازای هر مرغ در اختیار پرندگان قرار گرفت. جدول ۱ جیره های آزمایشی را در تیمارهای مختلف نشان می دهد. آنزیم مورد استفاده در این آزمایش آنزیم همی سل^۱ محصول شرکت کم ژن^۲ آمریکا و حاصل تخمیر هوازی باکتری باسیلوس لنتوس می باشد. این آنزیم ناخالص می باشد و با اینکه فعالیت اصلی آن، فعالیت β-ماننازی است ولی حاوی آنزیم های دیگری نظیر آمیلاز، β-گلوکاناز، زایلاناز، سلولاز، همی سلولاز و α-گالاکتوسیداز نیز می باشد. سطح آنزیم مورد استفاده در جیره های آزمایشی ۰/۰۶ درصد بود.

در جوجه های گوشتی موجب شده است (McNaughton *et al.*, 1998). همچنین در یک مطالعه مشخص شد که بتاماناز علاوه بر افزایش وزن بدن، سبب بهبود معنی دار قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک و افزایش قابلیت استفاده از انرژی جیره جوجه های گوشتی در دوره آغازین شد (Cho and Kim, 2013). علاوه بر این، استفاده از بتاماناز سبب بهبود AME جیره غذایی بر پایه ذرت-کنجاله سویا گردید (Kong *et al.*, 2011). بنابراین به نظر می رسد با توجه به مقادیر بالای بتاماناز در کنجاله سویا و دانه جو استفاده از آنزیم بتاماناز می تواند اثرات مفیدی در تغذیه داشته باشد و استفاده از جیره با سطوح انرژی پایین تر از سطح توصیه شده در زمان استفاده از این آنزیم از نظر کاربردی عملی باشد.

تحقیقات اندکی روی اثرات آنزیم بتاماناز در جیره های حاوی ذرت، جو و کنجاله سویا با سطوح متفاوت انرژی در مرغ های تخمگذار صورت گرفته است. در نتیجه، هدف از این آزمایش بررسی اثرات سطوح متفاوت انرژی و آنزیم بتاماناز بر خصوصیات عملکردی و خصوصیات کیفی تخم-مرغ در مرغ های تخم گذار تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت-جو-کنجاله سویا بود.

مواد و روش ها

پرنده ها و جیره های آزمایشی

این آزمایش در فارم مخصوص مرغان تخمگذار در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه به روش پرورش در قفس انجام شد که در این فارم، قفس ها به صورت سیستم منبری و در ۳ ردیف قرار داشتند. در هر قفس به ابعاد ۴۵×۳۸×۳۸ سانتی متر ۳ قطعه مرغ قرار داده شد و هر دو قفس مجاور به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. نیمچه های سویه های لاین W36 در سن ۱۰۰ روزگی از یکی از مرغداری های استان قم خریداری شدند و سپس تحت یک برنامه نوری و تغذیه ای مناسب قرار گرفتند. این حیوانات در سن ۲۴ هفتگی شروع به تخمگذاری کرده و در سن ۳۰ هفتگی به اوج تولید رسیدند. آزمایش در سن ۵۷ تا ۶۵ هفتگی به مدت ۸ هفته انجام گرفت که در هنگام شروع آزمایش مرغ-

1 - Hemicell[®]

2 - Chem gen

پارامترهای تولیدی

به صورت روز مرغ بیان شد. توده تخم مرغ نیز از محاسبه مقدار گرم تخم مرغ تولیدی به ازای هر مرغ در یک روز بدست آمد. برای اندازه گیری مقدار خوراک مصرفی روزانه میزان ۱۰۰ گرم خوراک به ازای هر مرغ در اختیار آنها قرار گرفت و سپس در پایان هر هفته غذای باقیمانده توزین شد. آنگاه میزان خوراک مصرفی از کسر غذای باقیمانده از غذایی که در اختیار مرغها قرار گرفت، بدست آمد. ضریب تبدیل نیز از تقسیم دان مصرفی بر مقدار تولید تخم مرغ برای هر دوره محاسبه شد.

صفات تولیدی مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: درصد تخم مرغهای غیرطبیعی، درصد تولید تخم مرغ، وزن تخم مرغ، توده تخم مرغ، میزان خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی. در پایان هر روز، تعداد تخم مرغ موجود در هر تیمار، وزن آنها و تعداد تخم مرغهای بدون پوسته و شکسته ثبت شد و سپس درصد تخم مرغهای غیرطبیعی از تقسیم تعداد تخم مرغهای بدون پوسته و شکسته بر تعداد کل تخم مرغها محاسبه شد. میانگین وزن تخم مرغ نیز از تقسیم وزن تخم مرغها بر تعداد آنها بدست آمد. درصد تولید تخم مرغ

جدول ۱- ترکیبات مواد خوراکی و اجزای شیمیایی جیرهها

Table 1. The feed ingredients and chemical composition of diets

Ingredients (% of diet)	Low energy		High energy	
	No enzyme	β -Mannanase	No enzyme	β -Mannanase
Corn	34.68	34.70	39.08	39.10
Soybaen meal	14.65	14.69	15.79	15.83
Barley	30.00	30.00	30.00	30.00
Wheat bran	5.66	5.55	0.12	-
Sunflower oil	4.96	4.96	4.96	4.96
Oyster shell	8.03	8.03	8.02	8.02
Dical phosphate	0.60	0.60	0.62	0.63
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40
Vitamin premix ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix ²	0.25	0.25	0.25	0.25
Hcl-lysine	0.21	0.21	0.19	0.19
Dl-methionine	0.31	0.31	0.31	0.31
β -Mannanase	-	0.06	-	0.06
Chemical composition				
ME (Kcal/Kg)	2750	2750	2850	2850
Crude protein (%)	14.00	14.00	14.00	14.00
Ether extract (%)	6.61	6.61	6.62	6.62
Crude fiber (%)	4.06	4.05	4.62	4.62
Calcium (%)	3.25	3.25	3.25	3.25
Available P (%)	0.25	0.25	0.25	0.25
Linoleic acid (%)	3.90	3.90	4.00	4.00
Lys (%)	0.82	0.82	0.82	0.82
Met + Cys (%)	0.75	0.75	0.75	0.75

¹The vitamin premix provide the following quantities per kilogram of diet: Vitamin A, 9000 IU (*all-trans-retinal*); cholecalciferol, 2000 IU; vitamin E, 20 IU (α -tocopheryl); vitamin K₃, 3.0 mg; riboflavin, 18.0 mg; niacin, 50 mg; D-calcium pantothenic acid, 24 mg; choline chloride, 450 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; folic acid, 3.0 mg.

²The mineral premix provide the following quantities per kilogram of diet: manganese, 75 mg; zinc, 100 mg; iron, 60 mg; copper, 12 mg; iodine, 0.1 mg; selenium, 0.2 mg; antioxidant, 250 mg

پارامترهای کیفی تخم مرغ

شده، سپس پوسته‌ها را با آب شستشو داده و برای مدت ۱۵ ساعت در آون با دمای ۴۵ درجه قرار داده شدند و پس از سرد شدن به‌طور انفرادی وزن شده و به‌صورت درصدی از وزن کل تخم مرغ محاسبه گردید. ضخامت پوسته تخم مرغ‌ها با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر در وسط تخم مرغ و در سه نقطه اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد.

تجزیه آماری

مطالعه حاضر با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند. مدل آماری طرح برای پارامترهای تولیدی به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_{ijk}$$

در این فرمول Y_{ijk} نشان‌دهنده مقدار عددی هر مشاهده در آزمایش، μ میانگین مشاهدات، A_i نشان دهنده اثرات انرژی و B_j نشان‌دهنده اثر آنزیم، AB_{ij} اثر متقابل انرژی و آنزیم و C_{ijk} اثر خطای آزمایشی بود. داده‌های مربوط به پارامترهای کیفی تخم مرغ (کیفیت سفیده، زرده و پوسته) که دارای تکرار در زمان بودند بر اساس مدل Rodríguez *et al.* (2005) و با استفاده از رویه Mixed تجزیه شدند.

نتایج و بحث

صفات تولیدی

جدول ۲ اثرات سطوح مختلف انرژی و آنزیم بتاماناز را در جیره‌های بر پایه ذرت-جو-کنجاله سویا بر صفات تولیدی نشان می‌دهد. در کل دوره اثرات انرژی، آنزیم و اثرات متقابل آنها بر درصد تخم مرغ غیرطبیعی (شکسته و بدون پوسته) معنی‌دار نبود ($P > 0.05$)، اما تمایلی برای کاهش میزان تخم مرغ‌های غیرطبیعی در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی آنزیم بتاماناز نسبت به گروه فاقد آنزیم مشاهده شد ($P = 0.072$). بین تیمارها نیز تیمار کم انرژی و بدون آنزیم دارای بالاترین درصد تخم مرغ غیرطبیعی بود

در پایان هر ماه، تخم مرغ‌ها به مدت سه روز جمع‌آوری شدند و از هر واحد آزمایشی ۱ عدد تخم مرغ (۹ تخم مرغ به ازای هر تیمار) به‌صورت تصادفی انتخاب شده و تحت آزمایشات کیفی قرار گرفتند. صفات کیفی مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: صفات کیفی سفیده (درصد وزنی سفیده، شاخص شکل تخم مرغ و واحد هاو)، صفات کیفی زرده (درصد وزنی زرده، شاخص زرده و رنگ زرده)، صفات کیفی پوسته (درصد وزنی پوسته، ضخامت پوسته تخم مرغ و وزن مخصوص تخم مرغ). شاخص شکل به وسیله دستگاه کولیس و از تقسیم عرض تخم مرغ بر طول آن بدست آمد و به‌صورت درصد بیان شد. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص تخم مرغ از ۹ محلول نمکی متوالی که از لحاظ وزن مخصوص به میزان ۰/۰۰۵ با هم تفاوت داشتند، استفاده شد. محدوده این محلول‌های نمکی بین ۱/۰۶ تا ۱/۱۰ بود و روش کار بدین گونه بود که تخم مرغ‌ها درون سبد قرار گرفتند و سپس درون محلول‌های نمکی فرو برده شدند و در صورت غوطه‌ور شدن تخم مرغ همان غلظت محلول نمکی به عنوان وزن مخصوص برای آن در نظر گرفته شد (Najib and Al-Khateeb, 2004). سپس تخم مرغ‌ها شکسته شده و برای محاسبه واحد هاو، ارتفاع سفیده غلیظ به وسیله دستگاه ارتفاع‌سنج استاندارد (مدل CE 300) ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شده و سپس در فرمول زیر گنجانده شد (Haugh, 1937):

$$W = 100 \log (H + 7/57 - 1/7 W^{0.37})$$

(H.unit)

که در این فرمول H ارتفاع سفیده غلیظ بر حسب میلی‌متر و W وزن تخم مرغ بر حسب گرم می‌باشد. برای محاسبه درصد وزنی سفیده، ابتدا وزن زرده و پوسته بدست آمده، آنگاه از ۱۰۰ کم شده و درصد وزنی سفیده بدست آمد. شاخص زرده از تقسیم ارتفاع زرده بر عرض آن حاصل شد و رنگ آن به وسیله روش Roche yolk color fan اندازه‌گیری شد (Stadleman, 1977)؛ که مقیاس آن از ۱ برای زرد کم‌رنگ تا ۱۵ برای نارنجی غلیظ متغیر بود. برای اندازه‌گیری وزن و درصد وزنی پوسته محتویات تخم مرغ خارج

در کل دوره اثر آنزیم، انرژی و اثر متقابل آن بر درصد تولید تخم مرغ معنی دار نبود ($P > 0.05$). همچنین بین سطوح انرژی، آنزیم و اثر مقابل بین آنها از لحاظ وزن و توده تخم مرغ تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). به طور مشابه در آزمایشی نشان داده شد که اضافه کردن آنزیم بر وزن و توده تخم مرغ بی تأثیر است (Wu *et al.*, 2005). اما در آزمایشی دیگر در هفته ۳۰-۱۸ نشان داده شد که مصرف آنزیم باعث افزایش وزن و توده تخم مرغ می شود که با نتایج این آزمایش مغایرت داشت (Jackson *et al.*, 1999).

در توافق با نتایج این آزمایش، نشان داده شد که آنزیم بتاماناز روی درصد تخم مرغ های بدون پوسته و شکسته تأثیری ندارد (Jackson *et al.*, 1999; Wu *et al.*, 2005). با توجه به کمتر بودن میزان تخم مرغ های غیرطبیعی در جیره های حاوی آنزیم به نظر می رسد که آنزیم بتاماناز می تواند با تجزیه بتامانان ها و کاهش ویسکوزیته و افزایش قابلیت دسترسی عناصر باعث بهبود وضعیت پوسته شود. این نتایج همچنین نشان می دهد در هنگام استفاده از جیره های کم انرژی می توان از آنزیم بتاماناز برای کاهش میزان تخم مرغ های غیرطبیعی استفاده کرد.

جدول ۲- تاثیر آنزیم بتاماناز و سطوح مختلف انرژی جیره بر عملکرد تولیدی مرغ های تخمگذار از ۵۷ تا ۶۵ هفتگی (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 2. Effect of β -Mannanase and different levels of dietary energy on productive performance of laying hens from 57 wk to 65 wk (Mean \pm SE)

	Abnormal eggs (%)	Egg production (Hen/day)	Egg weight (g)	Egg mass (g/hen/day)	Feed intake (g)	FCR (g feed/g egg)
Main Effect						
Energy						
High	0.82 \pm 0.29	73.5 \pm 6.4	68.0 \pm 3.2	46.6 \pm 4.9	95.6 \pm 3.9 ^b	2.08 \pm 0.17
Low	0.90 \pm 0.34	72.2 \pm 6.4	67.9 \pm 5.2	45.6 \pm 5.1	97.9 \pm 2.0 ^a	2.20 \pm 0.22
Enzyme						
β -Mannanase	0.80 \pm 0.19	72.8 \pm 6.3	67.6 \pm 3.1	45.9 \pm 5.1	96.5 \pm 3.6	2.13 \pm 0.20
No enzyme	0.90 \pm 0.25	72.9 \pm 6.6	68.3 \pm 5.2	46.1 \pm 5.1	96.9 \pm 3.0	2.14 \pm 0.21
Interaction effects						
Energy \times Enzyme						
High +	0.82 \pm 0.39	73.4 \pm 6.9	68.6 \pm 4.3	47.2 \pm 6.2	95.2 \pm 4.6	2.05 \pm 0.18
High -	0.78 \pm 0.41	73.6 \pm 6.3	67.4 \pm 1.5	45.9 \pm 3.5	95.9 \pm 3.2	2.10 \pm 0.17
Low +	0.78 \pm 0.60	72.1 \pm 6.0	66.6 \pm 0.7	44.6 \pm 3.4	97.8 \pm 1.5	2.21 \pm 0.18
Low -	1.03 \pm 0.22	72.2 \pm 6.3	69.1 \pm 7.3	46.4 \pm 6.6	98.0 \pm 2.4	2.18 \pm 0.25
P Value						
Energy	0.161	0.513	0.936	0.370	0.038	0.096
Enzyme	0.072	0.967	0.663	0.892	0.695	0.934
Energy \times Enzyme	0.097	0.979	0.199	0.370	0.823	0.513

^{a-b} Means within columns with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

غذا به میزان ۲/۳۵ درصد شد. آزمایشات مختلف نشان داده است که ارتباط مستقیم و معکوسی بین سطح انرژی متابولیسمی جیره و میزان خوراک مصرفی وجود دارد و مشخص شده که طیور مصرف خوراک را در دامنه مشخصی

در این آزمایش اثر سطوح انرژی روی مصرف خوراک معنی دار بود ($P = 0.038$)؛ به طوری که استفاده از جیره های با انرژی ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم نسبت به جیره های با انرژی ۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم باعث کاهش مصرف

از آنزیم بتاماناز در آزمایش حاضر می‌تواند مرتبط با ترکیب مناسب جیره و یا عدم مشکل‌ساز شدن مقادیر بتامانان موجود در جیره باشد.

صفات کیفی سفیده

جدول ۳ اثرات سطوح مختلف آنزژی و آنزیم بتاماناز بر خصوصیات کیفی سفیده تخم‌مرغ را در کل دوره آزمایش نشان می‌دهد. اثرات اصلی آنزژی، آنزیم و سن و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر درصد وزنی سفیده، شاخص شکل و واحد هاو معنی دار نبود ($P > 0.05$).

نظر به اینکه واحد هاو، کیفیت داخلی تخم‌مرغ را تعیین می‌کند و شاخص مهمی در ارزیابی کیفی سفیده تخم‌مرغ است، لذا با بررسی این صفت مشخص شد که بین سطوح مختلف فاکتورهای مربوط به اثرات اصلی و اثر متقابل آنزژی و آنزیم بتاماناز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. اما در آزمایش دیگر (Shahbazi, 2012) مشخص شد که افزودن آنزیم بتاماناز به جیره حاوی ۵ درصد گیاه گوآر سبب افزایش عدد هاو شد که با نتایج این آزمایش مغایرت داشت. این اختلاف در نتایج ممکن است به علت بالاتر بودن قند مانان (۳-۹٪) در گیاه گوآر (Nagpal et al., 1971) نسبت به جو (۰/۵٪) و کنجاله سویا (۱/۶۱٪) باشد که سبب تأثیر بارزتر آنزیم شد.

صفات کیفی زرده

جدول ۴ اثرات سطوح مختلف آنزژی و آنزیم بتاماناز بر خصوصیات کیفی زرده تخم‌مرغ در کل دوره آزمایش را نشان می‌دهد. اثرات اصلی آنزژی، آنزیم، سن و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر درصد وزنی زرده و شاخص زرده معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). برخلاف نتایج این مطالعه، گزارش شد که افزودن آنزیم بتاماناز به جیره مرغ تخمگذار سبب افزایش شاخص زرده می‌شود که این اثر را به تأثیر مثبت آنزیم در بهبود عملکرد دستگاه گوارش و در نتیجه جذب بهتر چربی و رنگدانه‌ها مرتبط می‌دانند (Shahbazi, 2012). نتایج آزمایش همچنین نشان داد که اگرچه اثرات اصلی آنزیم و سن و همچنین اثرات متقابل بین آنزژی و سن، بین

از آنزژی متابولیسمی تنظیم می‌کنند (Richards and Proszkowiec-Wdglarz, 2007; Mbajjorgu et al., 2011). اما در مقابل اثر متقابل بین آنزژی و آنزیم بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود ($P > 0.05$)؛ ولی از لحاظ عددی بیشترین مصرف خوراک مربوط به تیمار کم آنزژی و بدون آنزیم بود که در مقابل آن تیمار با آنزژی بالا و حاوی آنزیم کمترین مصرف خوراک را داشت. در آزمایشاتی روی جوجه گوشتی و مرغ تخمگذار گزارش شد که آنزیم باعث افزایش تولید انسولین شده و در نتیجه باعث افزایش مصرف خوراک می‌شود که با نتایج این آزمایش موافق نبود (Jackson et al., 2004; Jackson et al., 1999). همچنین در مطالعه‌ای روی جوجه‌های گوشتی نشان داده شد که استفاده از آنزیم بتاماناز در جیره حاوی آنزژی متابولیسمی پایین‌تر سبب افزایش مصرف خوراک شد (مولایی و همکاران، ۱۳۸۷). در مقابل، نتایج مطالعه دیگر نشان داد که آنزیم همی‌سل هیچ اثری روی مصرف خوراک ندارد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (Wu et al., 2005).

در کل دوره اثر آنزیم و آنزژی و اثر متقابل بین آنها بر ضریب تبدیل معنی‌دار نبود ($P > 0.05$)، اما تمایلی به بهبود ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی آنزژی بالا نسبت به تیمار حاوی آنزژی کم مشاهده شد ($P = 0.096$). به طور مشابه مصرف آنزیم در جیره مرغ تخمگذار اثری بر ضریب تبدیل نداشت (Jackson et al., 1999; Najib and Al-Khateeb, 2004) و همین نتیجه در آزمایشی روی جوجه‌های گوشتی با مصرف آنزیم بتاماناز بدست آمده از اسپرژیلوس نیجر (BCC4525) بدست آمد (Sornlake et al., 2013). اما در مطالعات دیگر روی مرغ تخمگذار (Jackson et al., 2004; McNaughton et al., 2005) و جوجه‌های گوشتی (Wu et al., 2005; al., 1998; Li et al., 2010; Cho and Kim, 2013) نشان دادند آنزیم باعث بهبود ضریب تبدیل می‌شود. به هر حال به نظر می‌رسد که بتاماناز با تجزیه بتامانان‌های سویا و جو بتواند از طریق بهبود هضم و جذب مواد مغذی سبب بهبود راندمان خوراک شود که در این آزمایش این امر محقق نشد. بر اساس نتایج مطالعات قبلی، تأثیر مثبت آنزیم روی کاهش ویسکوزیته هضمی و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در جیره‌های حاوی بتامانان مشاهده شد (Daskiran et al.,

شاید علت اصلی و واقعی تفاوت رنگ زرده تیمارهای پر انرژی و کم انرژی مربوط به مواد خوراکی جیره ها باشد زیرا جیره های پرانرژی حاوی ۴۰ درصد ذرت و جیره های کم انرژی حاوی ۳۵ درصد ذرت بودند و این در حالی است که ذرت اصلی ترین غله تعیین کننده رنگ زرده می باشد. بنابراین احتمالاً کاهش ۵ درصدی ذرت در جیره های کم انرژی باعث کاهش ۰/۷ واحد رش شده است.

آنزیم و سن و بین انرژی، آنزیم و سن بر روی رنگ زرده معنی دار نبود ($P > 0/05$)، کاهش سطح انرژی از ۲۸۵۰ به ۲۷۵۰ باعث کاهش رنگ زرده گردید ($P = 0/038$). همچنین اثر متقابل بین انرژی و آنزیم بر رنگ زرده مشاهده شد ($P = 0/044$)؛ به طوری که تیمار حاوی انرژی بالا و فاقد آنزیم دارای بالاترین شاخص رنگ زرده بودند.

جدول ۳- تاثیر آنزیم بتاماناز و سطوح مختلف انرژی جیره بر فراسنجه های کیفی تخم مرغ (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 3. Effect of β -Mannanase enzyme and different levels of dietary energy on egg quality parameters (Mean \pm SE)

Main Effect	Proportion of albumen (%)	Shape index (%)	Haugh unit score
Energy			
High	62.8 \pm 2.3	74.6 \pm 2.2	76.6 \pm 3.4
Low	62.4 \pm 2.2	75.1 \pm 2.4	75.6 \pm 4.9
Enzyme			
β -Mannanase	62.1 \pm 1.7	74.6 \pm 2.2	75.6 \pm 3.8
No enzyme	62.9 \pm 2.4	75.1 \pm 2.2	76.6 \pm 4.0
Age			
61 wk	62.3 \pm 1.9	74.9 \pm 1.9	75.6 \pm 3.6
65 wk	62.8 \pm 2.2	74.8 \pm 2.2	76.5 \pm 4.3
Energy \times Enzyme			
High +	62.4 \pm 1.4	74.5 \pm 1.5	76.0 \pm 3.4
High -	63.2 \pm 2.9	74.7 \pm 1.9	77.2 \pm 4.4
Low +	62.0 \pm 2.2	74.8 \pm 2.6	75.2 \pm 4.4
Low -	62.7 \pm 2.0	75.6 \pm 1.9	76.0 \pm 5.5
P Value			
Energy	0.574	0.495	0.548
Enzyme	0.351	0.340	0.422
Age	0.404	0.852	0.395
Energy \times Enzyme	0.340	0.152	0.886
Energy \times Age	0.233	0.467	0.647
Enzyme \times Age	0.157	0.430	0.642
Energy \times Enzyme \times Age	0.482	0.266	0.430

^{a-b} Means within columns with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

متقابل بین انرژی و سن، بین آنزیم و سن و بین انرژی و آنزیم و سن بر ضخامت پوسته در کل دوره معنی دار نبود ($P > 0/05$)، ولی تمایلی به افزایش ضخامت پوسته ($P = 0/086$) در تیمارهای حاوی آنزیم نسبت به تیمار فاقد آنزیم مشاهده شد.

صفات کیفی پوسته

جدول ۵ اثرات سطوح مختلف انرژی و آنزیم بتاماناز را بر خصوصیات کیفی پوسته تخم مرغ در کل دوره آزمایش نشان می دهد. اثرات اصلی انرژی، آنزیم، سن و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر درصد وزنی پوسته معنی دار نبود ($P > 0/05$). اگر چه اثرات اصلی انرژی، آنزیم و سن و اثرات

جدول ۴- تاثیر آنزیم بتاماناز و سطوح مختلف انرژی جیره بر فراسنجه‌های کیفی زرده تخم مرغ (میانگین \pm اشتباه معیار)Table 4. Effect of β -Mannanase Enzyme and different levels of dietary energy on egg yolk quality parameters (Mean \pm SE)

	Proportion of yolk (%)	Yolk index	Yolk colour
Main Effect			
Energy			
High	27.2 \pm 1.6	0.402 \pm 0.016	5.7 \pm 0.6 ^a
Low	27.5 \pm 1.8	0.403 \pm 0.025	5.1 \pm 0.7 ^b
Enzyme			
β -Mannanase	27.6 \pm 1.6	0.401 \pm 0.021	5.4 \pm 0.7
No enzyme	27.0 \pm 1.9	0.404 \pm 0.022	5.4 \pm 0.6
Age			
61 wk	27.5 \pm 1.4	0.397 \pm 0.024	5.5 \pm 0.6
65 wk	27.1 \pm 2.1	0.408 \pm 0.014	5.3 \pm 0.8
Energy \times Enz			
High +	27.5 \pm 1.4	0.398 \pm 0.013	5.6 \pm 0.7 ^{ab}
High -	26.8 \pm 2.3	0.405 \pm 0.013	5.7 \pm 0.6 ^a
Low +	27.7 \pm 2.1	0.404 \pm 0.024	5.1 \pm 0.8 ^b
Low -	27.2 \pm 1.9	0.403 \pm 0.017	5.1 \pm 0.8 ^b
P Value			
Energy	0.634	0.523	0.038
Enzyme	0.356	0.627	0.844
Age	0.524	0.204	0.7621
Energy \times Enzyme	0.736	0.145	0.044
Energy \times Age	0.453	0.175	0.155
Enzyme \times Age	0.208	0.209	0.672
Energy \times Enzyme \times Age	0.629	0.425	0.266

^{a-b} Means within columns with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

می‌شود. اثرات اصلی انرژی، آنزیم و سن و همچنین اثرات متقابل بین آنها بر وزن مخصوص تخم‌مرغ در کل دوره معنی دار نبود ($P > 0.05$). این نتایج با یافته‌های سایر مطالعات که نشان دادند مصرف آنزیم همی‌سل اثری بر وزن مخصوص تخم‌مرغ نداشت، مطابقت دارد (Jackson *et al.*, 2004; Najib and Al-Khateeb, 1999). در آزمایشی دیگر نیز گزارش شد که افزودن آنزیم بتاماناز به جیره حاوی تفاله زیتون (۴/۵ و ۹ درصد) تأثیر معنی‌داری روی وزن مخصوص تخم‌مرغ نداشت (Zangeneh and Torki, 2011).

به نظر می‌رسد که آنزیم بتاماناز با تجزیه بتامانان‌ها سبب کاهش ویسکوزیته و افزایش وضعیت سلامت روده شده و در نتیجه قابلیت دسترسی عناصر مانند کلسیم و فسفر را بالا برده که این امر باعث بهبود صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ می‌شود. همچنین اثرات متقابل بین انرژی و آنزیم بر ضخامت پوسته در کل دوره مشاهده شد ($P = 0.049$); به طوری که کمترین ضخامت پوسته مربوط به تیمارهای حاوی انرژی پایین و بدون آنزیم بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار کم انرژی و حاوی آنزیم داشت و به طور واضح نشان داده شد که کاهش انرژی جیره از ۲۸۵۰ به ۲۷۵۰ باعث کاهش کیفیت پوسته تخم‌مرغ شده و مصرف آنزیم بتاماناز در جیره‌های کم انرژی باعث جبران کاهش ضخامت پوسته

جدول ۵- تاثیر آنزیم بتاماناز و سطوح مختلف انرژی جیره بر فراسنجه‌های کیفی پوسته تخم مرغ (میانگین \pm اشتباه معیار)

Table 5. Effect of β -Mannanase Enzyme and different levels of dietary energy on eggshell quality parameters (Mean \pm SE)

	Proportion of shell weight (%)	Shell thickness (mm)	Special weight
Main Effect			
Energy			
High	10.1 \pm 1.0	0.34 \pm 0.02	1.077 \pm 0.006
Low	10.2 \pm 1.1	0.35 \pm 0.03	1.076 \pm 0.007
Enzyme			
β -Mannanase	10.3 \pm 0.9	0.36 \pm 0.02	1.077 \pm 0.005
No enzyme	10.0 \pm 1.1	0.34 \pm 0.02	1.077 \pm 0.007
Age			
61 wk	10.0 \pm 0.8	0.35 \pm 0.03	1.078 \pm 0.008
65 wk	10.1 \pm 1.0	0.34 \pm 0.02	1.075 \pm 0.005
Energy \times Enz			
High +	10.1 \pm 0.8	0.34 \pm 0.02 ^{ab}	1.077 \pm 0.005
High -	10.0 \pm 1.1	0.34 \pm 0.03 ^{ab}	1.078 \pm 0.006
Low +	10.4 \pm 0.6	0.36 \pm 0.03 ^a	1.076 \pm 0.006
Low -	9.9 \pm 1.0	0.33 \pm 0.01 ^b	1.076 \pm 0.007
P Value			
Energy	0.675	0.425	0.563
Enzyme	0.324	0.086	0.693
Age	0.629	0.460	0.245
Energy \times Enzyme	0.115	0.049	0.348
Energy \times Age	0.428	0.635	0.456
Enzyme \times Age	0.253	0.425	0.830
Energy \times Enzyme \times Age	0.174	0.356	0.692

^{a-b} Means within columns with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

بتاماناز در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار تاثیر مثبتی بر بهبود کیفیت پوسته در جیره‌های کم انرژی دارد. همچنین با توجه به تمایل آنزیم بتاماناز در جهت کاهش درصد تخم‌مرغ‌های غیرطبیعی و افزایش ضخامت پوسته، بنابراین در مواردی که کیفیت پوسته تخم‌مرغ اهمیت بیشتری دارد، به طور مثال در تخم‌مرغ‌های مورد نیاز برای جوجه‌کشی یا ارائه به بازار جهت مصرف خوراکی، در کنار سایر اقدامات مدیریتی و تغذیه‌ای، استفاده از آنزیم بتاماناز در جیره غذایی هم می‌تواند نتایج سودمندی به همراه داشته باشد.

استفاده از جیره‌های با انرژی پایین (۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) بجای جیره‌های با انرژی بالا (۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) سبب افزایش مصرف خوراک به میزان ۲/۳۵ درصد و سبب کاهش شاخص رنگ زرده به میزان ۰/۶ واحد ریش شد، اما روی سایر صفات تولیدی و کیفی تخم‌مرغ تاثیر معنی‌داری نداشت. اثر آنزیم بتاماناز بر صفات تولیدی و عملکردی معنی‌دار نبود که می‌تواند مرتبط با کیفیت مناسب جیره باشد. با توجه به اثر متقابل بین انرژی و آنزیم بر ضخامت پوسته، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آنزیم

فهرست منابع

- حقیقیان رودسری م.، روستایی علیمهر م. و امجدی گلپایگانی ا. ح. ۱۳۸۹. اثرهای سطوح مختلف آنزیم بتاماناز (همی سل) بر عملکرد و پارامترهای خونی جوجه های گوشتی. نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، ۸۷: ۳۲-۴۱.
- مولایی س.، فرودی ف. و کریمی ک. ۱۳۸۷. تاثیر آنزیمهای زایلاناز و بتاماناز و سطوح مختلف انرژی متابولیسمی بر عملکرد جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره های بر پایه گندم و سویا. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، ۵ (۴): ۴۱۵-۴۰۵.
- Aman P. and Graham H. 1990. Chemical evaluation of polysaccharides in animal feeds: In feedstuff chemical evaluation of polysaccharides in animal feeds. J. Wiseman and D. J. A. Cole, (Eds.) University Press Cambridge, UK. pp: 161-177.
- Arab-Abousadi M., Rowghani E. and Ebrahimi-Honarmand M. 2007. The efficacy of various additives to reduce the toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicks. Iranian Journal of Veterinary research, 8: 144-150.
- Bedford M. R. and Morgan A. J. 1996. The use of enzymes in poultry diets. World Poultry Science Journal, 52: 61-68.
- Cho J. H. and Kim I. H. 2013. Effects of beta-mannanase supplementation in combination with low and high energy densediets for growing and finishing broilers. Livestock Science, 154: 137-143.
- Daskiran M., Teeter R.G., Fodge D. and Hsiao H.Y. 2004. An evaluation of endo- β -D-mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in β -mannan content. Poultry Science, 83: 662-668.
- Haugh R.R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. U.S. Egg Poultry No. Magazine, 43, pp: 572-573.
- He T., Thacker P. A., McLeod J. G. and Campbell G. L. 2003. Performance of broiler chicks fed normal and low viscosity rye or barley with or without enzyme supplementation. Asian-Australian Journal of Animal Science, 16 (2): 234-238.
- Hrmova M., Burton R. A., Biety P., Lahnstein J. and Fincher G. B. 2006. Hydrolysis of (1,4)- β -D-mannans in barley (*Hordeum vulgare* L.) is mediated by the concerted action of (1,4)- β -D-mannan endohydrolase and β -D-mannosidase. Biochemical Journal, 399: 77-90.
- Hsiao H. Y., Anderson D. M. and Dale N. M. 2006. Levels of b-mannan in soybean meal. Poultry Science, 85: 1430-1432.
- Iji P. A. 2009. The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. Department of Animal and poultry science, University on Natal, Pietermaritzburg Campus, private Bag X01, Scottsville 3209, south Africa.
- 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.
- Jackson M. E., Geronian K., Knox A., McNab J. and McCartney E. 2004. A Dose- response study with the feed enzyme β -Mannanase in broilers provided with Corn-Soybean Meal based diets in the absence of antibiotic growth promoters. Poultry Science, 83: 1992-1996.
- Kong C., Lee J. and Adeola O. 2011. Supplementation of β -mannanase to starter and grower diets for broilers. Canadian Journal of Animal Science, 91: 389-397.
- Lee J. T., Bailey C. A. and Cartwright A.L. 2003. Guar meal germ and hull fractions differently affect growth performance and intestinal viscosity of broiler chickens. Poultry Science, 82: 1589- 1595.
- Li Y., Chen X., Chen Y., Li Z. and Cao Y. 2010. Effects of β -Mannanase mannanase expressed by *Pichia pastoris* in corn-soybean meal diets on broiler performance, nutrient digestibility, energy utilization and immunoglobulin levels. Animal Feed Science and Technology, 159: 59-67.
- Mbajiorgu C. A., Ngambi J. W. and Norris D. D. 2011. Voluntary feed intake and nutrient composition in chickens. Asian Journal of Animal and Veterinary Advance, 6: 20-28.
- McNaughton J., Hsiao H., Anderson D. and Fodge D. 1998. Corn/soy/fat diets for broilers, Beta-Mannanase and improved feed conversion. Poultry Science, 77 (Suppl. 1): 153. (Abstract).
- Nagpal M. L., Agrawal O. P. and Bhatia I. S. 1971. Chemical and biological examination of guar meal (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). Indian Journal of Animal Science, 41: 283-293.
- Najib H. and Al-Khateeb S. A. 2004. The effect of incorporating different levels of locally produced canola seeds (*Brassica napus*, L.) in the diet of laying hen. International Journal of Poultry Science, 3(7): 490-496.
- Richards, M. P. and Proszkowiec-Wdglarz M. 2007. Mechanisms regulating feed intake, energy expenditure, and body weight in poultry. Poultry Science, 86: 1478-1490.
- Rodríguez, M. L., Ortiz L. T., Alzueta C., Rebolé A. and Treviño J. 2005. Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. Poultry Science, 84: 395-402.

- Shahbazi H. R. 2012. Dietary inclusion of guar meal supplemented by B-Mannanase II) evaluation egg quality characteristics and blood parameters of laying hens. *Global Veterinaria* 9 (1): 67-72.
- Sornlake W., Matetaviparee P., Rattanaphan N., Tanapongpipat S. and Eurwilaichitr L. 2013. β -Mannanase production by *Aspergillus niger* BCC4525 and its efficacy on broiler performance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 3345-3351.
- Stadleman W.J., 1977. Quality identification of shell egg. In: W.J. Stadleman and O.J. Cotterill (eds), *Egg Science and Technology*, (AVI Publishing Company Inc. Connecticut), pp: 36.
- Wu G., Bryant M., Voitle R. A. and Roland D. A. 2005. Effects of β -mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. *Poultry Science*, 84: 894-897.
- Zangeneh S. and Toriki M. 2011. Effects of B-mannanase supplementing of olive pulp-included diet on performance of laying hens, egg quality characteristics, humoral and cellular immune response and blood parameters. *Global Veterinaria*, 7 (4): 391-398.
- Zou J., Zheng P., Zhang K., Ding X. and Bai S. 2013. Effects of exogenous enzymes and dietary energy on performance and digestive physiology of broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4: 14.



Effects of different levels of metabolizable energy and β -mannanase on egg quality and performance of laying hens fed diet based on corn-barley-soybean meal

M. Torki¹, M. Davoodi Far², H. A. Ghasemi^{3*}

1. Associate professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

2. MSc student, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

3. Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

(Received: 22-2-2014 – Accepted: 18-2-2015)

Abstract

A total of 216 white Hy-Line laying hens (57 wk of age) were used for 8-wk period to investigate the effect of different levels of energy and enzyme β -mannanase in the corn-barely-soybean based diet on performance and egg quality parameters. This experiment was conducted in a completely randomized design as factorial experiment (2×2) with 9 replicates. Treatments consisted of two levels of energy (2850 and 2750 Kcal/kg diet) and 2 levels of enzyme β -mannanase (with or without enzyme). The results showed that the the use of high-energy diets (2850 kcal/kg) in comparison with low-energy diets (2750 kcal kg) reduced feed intake (95.6 ± 3.9 vs 97.9 ± 2.0 g; $P=0.038$) and increased yolk color index (5.7 ± 0.6 vs 5.1 ± 0.7 ; $P=0.044$). However, other production traits and egg quality parameters were not affected by dietary energy level. Although the effect of β -mannanase enzyme on production parameters and egg quality traits were not significant, there were the trends for decreasing the percentage of broken eggs ($P=0.072$) and improving eggshell thickness ($P=0.086$) with supplementing β -mannanase to the diet. Significant interactions between energy and enzyme were also observed in term of shell thickness during the whole experimental period, so that low-energy diet with enzyme significantly improved the eggshell thickness compared with low-energy diet without enzyme ($P=0.049$). According to the results of current study, the use of β -mannanase enzyme is recommended to improve the eggshell quality characteristics in low-energy diet based on corn-barely-soybean diet.

Keywords: Dietary energy, β -mannanase, Performance, Egg quality, Laying hens

*Corresponding author: h-ghasemi@araku.ac.ir