Archive of SID

تحقیقات تولیدات دامی

سال نهم/شماره چهارم/زمستان ۱۳۹۹ (۴۵-۳۳)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ و قابلیت هضم مواد مغذی در مرغ‌های تخم‌گذار

سمیرا نادری سهامی ضمیر[۱]، سارا میرزایی گودرزی[۲*]، علی اصغر ساکی[۳]، پویا زمانی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۴- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۰۴ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۰۶)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ، قابلیت هضم مواد مغذی، فعالیت آمینوپپتیداز روده‌ای و وزن نسبی اندام‌های گوارشی در مرغ‌های تخم‌گذار از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی انجام شد. ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه سطح کنجاله کلزا (صفر، ۷/۲۹ و ۱۴/۵۹ درصد) و دو سطح آنزیم پروتئاز (صفر و ۲۰۰ گرم در تن) به شش تیمار، پنج تکرار و شش قطعه مرغ در هر تکرار اختصاص یافتند. در کل دوره آزمایش، عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار و صفات کیفی تخم‌مرغ تحت تأثیر سطوح کنجاله کلزا و یا آنزیم پروتئاز قرار نگرفت ($P>0/05$). همچنین، اثر سطوح کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم پروتئین و ماده آلی جیره معنی‌دار نبود ($P>0/05$). فعالیت آمینوپپتیداز دئودنوم ($P<0/001$) و ژژنوم ($P=0/0511$) در پرندگان تغذیه شده با ۱۴/۵۹ درصد کنجاله کلزا مکمل شده با آنزیم پروتئاز (به ترتیب ۱۰/۶۱ و ۱۱/۹۴ واحد به ازای میلی‌گرم بافت)، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، افزودن آنزیم پروتئاز، فعالیت آمینوپپتیداز دئودنوم را افزایش داد (۷/۷۴ در مقابل ۶/۶۹ واحد به ازای میلی‌گرم بافت) ($P=0/0103$). نتایج این آزمایش نشان داد که می‌توان کنجاله کلزا را تا سطح ۱۴/۵۹ درصد با آنزیم پروتئاز در جیره مرغ‌های تخم‌گذار استفاده کرد بدون این‌که هیچ‌گونه اثر منفی بر عملکرد تولیدی، صفات کیفی تخم‌مرغ و قابلیت هضم مواد مغذی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم آمینوپپتیداز، پروتئاز، عملکرد، کنجاله کلزا، مرغ تخم‌گذار

* نویسندهٔ مسئول: smirzaie@basu.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2021.15020.1474

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بین منابع پروتئینی، کنجاله سویا از توازن اسیدهای آمینه مناسبی برخوردار است، ولی به دلیل محدود بودن سطح زیر کشت این گیاه در کشور و مصرف بخشی از آن در تغذیه انسانی مقادیر زیادی به کشور وارد می‌شود، به‌طوری که حدود ۹۰ درصد کنجاله سویا و ۵۵ درصد ذرت مورد نیاز در فرمول خوراک مرغ‌های تخم‌گذار وارداتی است و طی حداقل ۵ سال گذشته حدود ۷۸ درصد سهم قیمت تمام شده تخم‌مرغ مربوط به قیمت خوراک بوده است. در راستای حل مشکل، کنجاله کلزا به عنوان یک منبع پروتئینی در جیره طیور مطرح است (Canola Council of Canada, 2009). کنجاله کلزا دارای سطوح متیونین و سیستئین بیشتر، ولی لیزین و آرژینین کمتر نسبت به کنجاله سویا است. همچنین حاوی مواد ضدتغذیه‌ای از جمله الیگوساکاریدها، سیناپین و فیتات است، ولی می‌توان هر دو کنجاله را به‌صورت مکمل با هم در جیره طیور استفاده نمود. اگر چه کنجاله کلزا می‌تواند به عنوان یک جایگزین اقتصادی مناسب برای کنجاله سویا در جیره طیور مطرح است، ولی هنوز هم محدودیت‌هایی برای جایگزینی کامل آن با کنجاله سویا وجود دارد که ناشی از پایین بودن انرژی قابل دسترس و عوامل ضدتغذیه‌ای محتوی آن است (Khajali and Slominski, 2012). طی سال‌های اخیر، توجه شایانی به استفاده از رقم زراعی کنجاله کلزا از جمله رقم دو صفر با نام کانولا شده است که حاوی اسید اروسیک و گلوکوزینولات پایینی است. اصلی‌ترین ماده ضدتغذیه‌ای موجود در کلزا، گلوکوزینولات است. کانولا شامل پپتیدهایی با وزن مولکولی پایین (غنی از آسپاراژین و گلوتامین)، گلوکوزینولات و اسیدهای آمینه آزاد است که حدود ۳۰ درصد از ازت غیرپروتئینی موجود در کانولا شامل پپتیدها و گلوکوزینولات‌ها است که در آب و اتانول ۸۰ درصد غیرمحلول هستند (Zeb, 1998). از جمله راه‌های افزایش ارزش تغذیه‌ای کنجاله کلزا، استفاده از آنزیم‌های میکروبی به منظور افزایش بهره‌وری از مواد مغذی است. استفاده از آنزیم پروتئاز با منشا خارجی، قابلیت هضم پروتئین، اسیدهای آمینه و مواد معدنی را افزایش داد و از راه کاهش آثار مواد ضد تغذیه‌ای باند شده با اسیدهای آمینه و فسفر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار را بهبود بخشید (Hahn-Didde and Purdum, 2014). جنبه مهم دیگر استفاده از آنزیم‌های سنتتیک، افزایش استفاده از مواد خوراکی جایگزین و یا محصولات جانبی فرآوری شده جهت حفظ عملکرد تولیدی پرنده است (Al- Saffar *et al.*, 2012). در این راستا، Ludovic *et al.* (2015) گزارش کردند که مکمل نمودن جیره پایه بر اساس ذرت-کنجاله سویا با آنزیم پروتئاز باعث افزایش تخم‌گذاری، اندازه تخم‌مرغ و نیز مصرف خوراک شد. محققین دیگر گزارش کردند که مکمل کردن جیره حاوی کنجاله آفتابگردان با آنزیم پروتئاز، صفات کیفی تخم‌مرغ از جمله شاخص شکل، شاخص زرده، واحد-هاو و وزن پوسته تخم‌مرغ را بهبود بخشید و می‌توان کنجاله آفتابگردان را تا سطح ۱۳/۵۶ درصد همراه با آنزیم پروتئاز بدون هیچ‌گونه اثر منفی بر عملکرد تولیدی در جیره مرغ-های تخم‌گذار استفاده کرد (میرزایی گودرزی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین Mirzaie goudarzi *et al.* (2017) آثار جایگزینی کنجاله کلزا را با کنجاله سویا در جیره‌های بر پایه اسید آمینه کل و قابل هضم در مرغ‌های تخم‌گذار بررسی و بیان کردند که جایگزینی ۳۰ درصد کنجاله سویا با کنجاله کلزا عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار را کاهش داد و فرمولاسیون جیره بر پایه کنجاله سویا به‌صورت اسید آمینه قابل هضم، عملکرد تولیدی را بهبود بخشید. با این وجود، تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از آنزیم پروتئاز خالص در جیره حاوی کنجاله کلزا در مرغ‌های تخم‌گذار محدود است. بنابراین این آزمایش جهت بررسی اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ، قابلیت هضم مواد مغذی به روش درون‌تنی، فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز روده‌ای و وزن نسبی اندام‌های گوارشی در مرغ‌های تخم‌گذار از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

تیماربندی، پرورش مرغ‌های تخم‌گذار و جیره‌های آزمایشی: در این آزمایش، ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه های‌لاین W36 از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با شش تیمار، پنج تکرار و شش قطعه مرغ در هر تکرار به مدت ۸ هفته در شرایط محیطی یکسان، مورد آزمایش قرار گرفتند. مرغ‌ها دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. در طول دوره آزمایش، برنامه نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت خاموشی در شبانه‌روز اعمال شد. درجه حرارت سالن در محدوده ۱۶ تا ۱۸ درجه سلسیوس تنظیم و به وسیله دماسنج کنترل شد. عوامل مورد بررسی شامل سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ درصد جایگزینی کنجاله کلزا با کنجاله سویا بر اساس درصد پروتئین خام (که به ترتیب شامل: سطوح صفر، ۷/۲۹ و ۱۴/۵۹ درصد کنجاله کلزا در جیره) و دو سطح آنزیم پروتئاز (صفر و ۲۰۰ گرم در تن) بودند. قبل از تنظیم جیره‌های آزمایشی، ترکیب شیمیایی مواد خوراکی اصلی مورد استفاده در تنظیم جیره‌های آزمایشی شامل ذرت، کنجاله سویا و کنجاله کلزا اندازه‌گیری شدند (AOAC, 2005). همچنین پروفایل اسیدهای آمینه موجود در مواد خوراکی مذکور با استفاده از طیف‌سنجی انعکاسی مادون قرمز به وسیله شرکت ایوانیک دگوسا تعیین شد (جدول ۱). جیره شاهد بر اساس ذرت-کنجاله سویا فرموله شد، به‌طوری که حداقل احتیاجات مواد مغذی توصیه شده در راهنمای پرورش مرغ تخم‌گذار لگهورن سویه های‌لاین W-36 استفاده شد. آنزیم مورد استفاده در این آزمایش، پروتئاز خالص (Ronozyme® ProAct) تولید شده به وسیله شرکت Nutritional Products DSM بود که به شکل گرانول‌های پوشش‌دار مقاوم به حرارت بوده و کمترین فعالیت پروتئاز آن به میزان ۷۵۰۰۰ PROT/g است و بر اساس توصیه شرکت تولیدکننده، به مقدار ۲۰۰ گرم در تن به صورت سرک به جیره‌های آزمایشی حاوی آنزیم اضافه شد. اجزای جیره‌های آزمایشی و ترکیب شیمیایی آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

عملکرد و صفات کیفی تخم‌مرغ: مصرف خوراک به‌صورت هفتگی و تعداد و وزن تخم‌مرغ‌ها به‌صورت روزانه رکوردبرداری شد و از این داده‌ها، توده تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک محاسبه شدند. توده تخم‌مرغ از حاصل ضرب وزن تخم‌مرغ و درصد تولید و ضریب تبدیل خوراک از تقسیم خوراک مصرفی بر توده تخم‌مرغ به‌دست آمد. در سنین ۳۰، ۳۲، ۳۴ و ۳۶ هفتگی به منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ، دو عدد تخم‌مرغ از هر تکرار (دو روز پایانی هر دوره) به صورت تصادفی انتخاب و توزین شد. صفات کیفی مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: صفات کیفی زرده (شاخص زرده: اندازه‌گیری ارتفاع و قطر زرده با استفاده از کولیس دیجیتال (مدل Insize ساخت کشور تایوان) و رنگ زرده: سنجش با استفاده از معیار رش) و نیز صفات کیفی سفیده شامل واحد هاو که با استفاده از داده‌های وزن تخم‌مرغ و ارتفاع سفیده غلیظ محاسبه شد (Haugh, 1937). پوسته تخم‌مرغ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفته و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. ضخامت پوسته‌ها نیز با استفاده از میکرومتر دیجیتال (مدل Insize ساخت کشور تایوان) با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها به‌عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد.

قابلیت هضم مواد مغذی: جهت بررسی قابلیت هضم مواد مغذی در پایان ۳۶ هفتگی، ۰/۵ درصد نشانگر غیرقابل هضم اکسید کروم به جیره‌های آزمایشی اضافه شد. مرغ‌ها به مدت چهار روز با جیره‌های آزمایشی حاوی اکسیدکروم به عنوان دوره عادت‌پذیری تغذیه شدند و طی سه روز آخر آزمایش، فضولات داخل سینی‌های مخصوص که در زیر قفس‌ها تعبیه شده بود جمع‌آوری و سپس فضولات در آون (۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت) خشک و توزین شدند. انرژی خام موجود در جیره‌های آزمایشی و فضولات با استفاده از بمب کالریمتر (مدل AKA, C 400 ساخت کشور آلمان) و نیتروژن با استفاده از دستگاه کلدال اندازه‌گیری شدند (Garcia *et al.*, 2008). غلظت اکسید کروم در جیره‌های آزمایشی و فضولات اندازه‌گیری شد (Saha and Gilbreath, 1991).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب شیمیایی مواد خوراکی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی (درصد بر اساس وضعیت موجود)

Table 1. Chemical composition of ingredients using in the experimental diets (% as fed basis)

	Corn	Soybean meal	Canola meal
Dry matter	89.55	90.08	91.65
Total ash	1.13	6.70	6.90
Crude protein	7.78	45.33	34.06
Ether extract	3.50	1.60	2.90
Crude fiber	1.92	5.20	12.70
Amino acid profiles[1]			
Methionine	0.16	0.55	0.57
Methionine+cysteine	0.32	1.09	1.18
Lysine	0.23	2.48	1.50
Threonine	0.22	1.50	1.10
Tryptophane	0.05	0.53	0.36
Arginine	0.36	3.06	1.67
Phenylalanine	0.35	2.05	1.12

[1] Estimated by NIRs.

جدول ۲- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

Table 2. Ingredients and nutrient composition of the experimental diets

Ingredients (%)	0	7.29% CM[3]	14.59% CM
Corn	57.75	54.26	50.75
Soybean meal	27.41	22.63	17.84
Canola meal	0	7.29	14.59
Soybean oil	1.87	3.00	4.13
Limestone	9.82	9.75	9.68
Dicalcium phosphate	2.07	2.02	1.97
Sodium chloride	0.40	0.40	0.41
DL-Methionine	0.18	0.15	0.13
Mineral premix[1]	0.25	0.25	0.25
Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25
Chemical composition			
Metabolizable energy (kcal/kg)	2750	2750	2750
Crude protein (%)	17.02	17.04	17.07
Crude fiber (%)	2.52	3.12	3.75
Calcium (%)	4.26	4.26	4.26
Available phosphorous (%)	0.50	0.50	0.50
Sodium (%)	0.18	0.18	0.18
Chlorine (%)	0.26	0.27	0.27
Digestible lysine (%)	0.81	0.79	0.78
Digestible methionine (%)	0.41	0.40	0.39
Digestible methionine+cysteine (%)	0.66	0.66	0.66
Digestible threonine (%)	0.55	0.55	0.55
Digestible tryptophane (%)	0.17	0.17	0.17
Digestible valine (%)	0.72	0.72	0.72
Digestible isoleucine (%)	0.65	0.65	0.65

[1] Each 2.5 kilogram of mineral premix contained 33000 mg iron, 66000 mg zinc, 8800 mg copper, 66000 mg manganese, 900 mg iodine and 300 mg selenium.

[2] Each 2.5 kilogram of vitamin premix contained 7700000 IU Vitamin A (all-trans-retinal), 300000 IU Vitamin D3 (cholecalciferol), 6600 mg Vitamin E, 550 mg Vitamin K3, 2200 mg Vitamin B1, 4400 mg Vitamin B2, 4400 mg Vitamin B6, 2200 g niacin, 110 mg folic acid, 27500 mg choline chloride, 125 mg Antioxidant, 55000 µg Biotin and 8800 µg Vitamin B12.

[3] Canola meal.

Protease added 200 g/ton on top to experimental diets including enzyme.

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز روده‌ای: در پایان آزمایش قابلیت هضم، دو پرنده (نزدیک به میانگین وزن بدن در هر تکرار) از هر تکرار انتخاب و برای بررسی فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز روده‌ای و وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش کشتار شدند. ابتدا حدود ۲/۵ سانتی‌متر از قسمت‌های میانی دوازدهه و ژژنوم برداشته و به طور طولی شکاف داده و با استفاده از بافر فسفات (pH= ۷/۴) شستشو داده شدند. به منظور جلوگیری از آسیب موکوس و تخریب آنزیم‌های موجود، نمونه‌های روده در سراسر مراحل آماده‌سازی روی یخ نگه‌داری شدند. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری آزمایشات بیوشیمیایی در فویل آلومینیومی پیچیده شده و در نیتروژن مایع فریز شدند. سپس در فریزر ۸۰- درجه سلسیوس تا زمان انجام آزمایشات نگه‌داری شدند (Shirazi-Beechey *et al.*, 1991). فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز با استفاده از روش Gal-Garber and Uni (2000) انجام گرفت. در این روش، L- لیوسین –p- نیتروآنلاید (Sigma L-9125 Chemical Co, St Louis, MO) به عنوان سوبسترا مورد استفاده قرار گرفت. ۱۰۰ میکرولیتر اسید استیک ۱۰ درصد جهت متوقف کردن واکنش استفاده شد. فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز به صورت واحد به ازای میلی‌گرم بافت روده بیان شد. هر واحد فعالیت آمینوپپتیداز با هیدرولیز یک میکرومول p- نیتروآنلین از L- لیوسین –p- نیتروآنلاید در دقیقه برابر است.

وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش: وزن کل دستگاه گوارش، کبد، طحال، سنگدان، پیش‌معده و لوزالمعده با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه-گیری و بر اساس درصدی از وزن زنده محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های حاصل به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد: مصرف خوراک، درصد تولید، وزن و توده تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی، تحت تأثیر سطوح کنجاله کلزا، آنزیم پروتئاز و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۳). محققین گزارش کردند که طی سال‌های اخیر، میزان گلوکوزینولات کلزا پیوسته در حال کاهش بوده و به حدود یک دوازدهم گلوکوزینولات موجود در منداب رسیده است (۱۰ در مقابل ۱۲۰ میکرومول بر گرم). بنابراین امروزه می‌توان کلزا را تا سطح ۲۰ درصد در جیره جوجه-های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار استفاده کرد بدون اینکه هیچ‌گونه اثر منفی بر عملکرد تولیدی پرندگان داشته باشد (Khajali and Slominski, 2012). در مطالعه‌ای گزارش شد که می‌توان تا سطح ۲۰ درصد کنجاله کلزا را در جیره مرغ-های تخم‌گذار استفاده کرد؛ بدون اینکه هیچ‌گونه اثر منفی بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل داشته باشد (Goldberg *et al.*, 2016). در تحقیقی، سه سطح کنجاله کلزا (صفر، ۸ و ۱۶ درصد) و دو سطح آنزیم فیتاز (صفر و ۴۵۰ واحد به ازای کیلوگرم جیره) به جیره مرغ‌های تخم-گذار افزوده شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح کنجاله کلزا در جیره، اثر منفی بر تولید و وزن تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک نداشت، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Torki *et al.*, 2015). بر عکس، Mirzaie goudarzi *et al.* (2017) اثر جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله کلزا را در جیره مرغ‌های تخم‌گذار بررسی و گزارش کردند جایگزینی ۳۰ درصد کنجاله کلزا به‌جای کنجاله سویا، وزن و توده تخم‌مرغ را کاهش داد که محققین مذکور، علت این کاهش را حضور اروسیک اسید، گلوکوزینولات و ترکیبات فنولیک موجود در کلزا بیان کردند.

میرزایی گودرزی و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که افزودن آنزیم پروتئاز به جیره حاوی کنجاله آفتابگردان، مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار را افزایش داد، ولی اثر معنی‌داری بر وزن تخم‌مرغ، درصد تولید و ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد. در آزمایشی جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا مکمل شده با آنزیم پروتئاز به مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شد و اثر معنی‌داری بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده نشد (Vieira Filho *et al.*, 2015). بر عکس، Bedford (2000) بیان کرد که استفاده از آنزیم‌های با منشأ خارجی در جیره مرغ‌های تخم‌گذار، سبب بهره‌وری بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

مواد تغذیه‌ای و همچنین موجب از بین بردن عوامل ضد تغذیه‌ای می شود. آنزیم پروتئاز نه تنها می‌تواند قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه را افزایش دهد بلکه در برخی موارد می‌تواند پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای را نیز تحت-الشعاع قرار دهد (Amerah *et al*., 2017). علت تفاوت بین نتایج محققین مختلف ممکن است به فرمولاسیون جیره، مواد خوراکی مورد استفاده در جیره پایه، سطوح کنجاله مورد استفاده، میزان و نوع مواد ضد تغذیه‌ای موجود، حضور سایر آنزیم‌های با منشأ خارجی (مثل زایلاناز، فیتاز و پروتئاز) (Kalmendal and Tauson, 2012) و نیز سن پرندگان مورد استفاده مربوط باشد (Romero *et al*., 2013).

صفات کیفی تخم‌مرغ: شاخص و رنگ زرده، واحد هاو، وزن و نسبت پوسته و همچنین ضخامت پوسته تخم‌مرغ تحت تأثیر سطوح کنجاله کلزا، آنزیم پروتئاز و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۴). در این راستا، Mirzaie goudarzi *et al*. (2017) گزارش کردند که جایگزینی کنجاله کلزا به‌جای کنجاله سویا، رنگ زرده تخم‌مرغ را بهبود داد، ولی اثر معنی‌داری بر واحد هاو، وزن و ضخامت پوسته تخم‌مرغ مشاهده نشد. افزایش رنگ زرده ممکن است ناشی از حضور رنگدانه‌های موجود در کلزا باشد (Chaparzadeh and ZarandiMiandooab, 2011). در تحقیقی گزارش شد که افزودن مولتی‌آنزیم به جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های داخلی و خارجی تخم‌مرغ نداشت (Oba *et al*., 2013). همچنین، Vieira Filho *et al*. (2015) هیچ بهبودی را در وزن و استحکام پوسته در جیره‌های مکمل شده با آنزیم پروتئاز مشاهده نکردند که با تحقیق حاضر مطابقت دارد. میرزایی گودرزی و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند مکمل کردن جیره حاوی کنجاله آفتابگردان با آنزیم پروتئاز، شاخص شکل، وزن پوسته، شاخص زرده و واحد هاو را بهبود داد. در تحقیق دیگری گزارش شد افزودن آنزیم فیتاز به جیره بر پایه کنجاله کلزا، ضخامت پوسته تخم‌مرغ را بهبود داد، ولی اثر معنی‌داری بر واحد هاو نداشت. از آنجایی‌که کنجاله کلزا حاوی اسید فایتیک است، با کلسیم تشکیل کیلات داده و قابلیت هضم کلسیم و فسفر را کاهش می‌دهد. بنابراین فیتاز می‌تواند بدین شکل مفید واقع شود (Torki *et al*., 2015).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی

Table 3. Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on productive performance of laying hens from 28 to 36 weeks of age

Main effects		Feed intake (g/bird/day)	Egg production (% hen-day)	Egg weight (g)	Egg mass (g/day)	Feed conversion ratio
Canola meal (%)	0	96.06	92.34	61.19	56.64	1.700
	7.29	97.85	93.68	61.04	57.17	1.715
	14.59	97.25	92.11	60.78	55.94	1.741
SEM		1.049	1.173	0.434	0.698	0.0141
Protease	without	97.45	92.65	61.03	56.61	1.725
	with	96.66	92.77	60.98	56.56	1.712
SEM		0.856	0.957	0.353	0.570	0.0116
Treatments						
0× without protease		97.10	93.11	61.37	57.40	1.696
0× with protease		95.02	91.57	61.01	55.89	1.703
7.29× without protease		98.86	93.61	60.98	57.06	1.737
7.29× with protease		96.83	93.74	61.10	57.28	1.693
14.59× without protease		96.39	91.23	60.73	55.37	1.743
14.59× with protease		98.12	93.00	60.84	56.51	1.739
SEM		1.482	1.658	0.613	0.987	0.020
P-value						
Canola meal		0.4821	0.6015	0.8029	0.4683	0.1365
Protease		0.5190	0.9303	0.9345	0.9520	0.4203
Canola meal × Protease		0.3532	0.6133	0.9055	0.4119	0.4347
Treatment		0.5466	0.8378	0.9841	0.6413	0.2792

SEM: Standard error of the means.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر صفات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار از سن ۲۸ تا ۳۶ هفتگی

Table 4. Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on egg quality traits of laying hens from 28 to 36 weeks of age

Main effects		Yolk index (%)	Yolk color (Roche scale)	Haugh unit (score)	Egg shell weight (g)	Egg shell ratio (%)	Egg shell thickness (mm)
Canola meal (%)	0	44.74	4.96	81.77	5.80	9.18	0.566
	7.29	44.33	4.76	82.17	5.72	9.22	0.571
	14.59	45.06	4.85	83.05	5.75	9.26	0.573
SEM		0.308	0.065	0.455	0.072	0.089	0.0049
Protease	without	44.81	4.87	82.26	5.77	9.27	0.566
	with	44.61	4.85	82.41	5.74	9.17	0.574
SEM		0.252	0.053	0.371	0.059	0.073	0.0040
Treatments							
0× without protease		44.74	5.10	82.30	5.85	9.29	0.578
0× with protease		44.73	4.82	81.25	5.74	9.08	0.563
7.29× without protease		44.36	4.75	81.58	5.65	9.23	0.537
7.29× with protease		44.29	4.77	82.76	5.78	9.21	0.583
14.59× without protease		45.31	4.75	82.89	5.80	9.29	0.572
14.59× with protease		44.82	4.95	83.20	5.69	9.22	0.573
SEM		0.436	0.093	0.644	0.102	0.126	0.0069
P-value							
Canola meal		0.2558	0.1180	0.1522	0.7192	0.8476	0.5690
Protease		0.5917	0.8276	0.7822	0.7275	0.3268	0.2208
Canola meal ×Protease		0.8372	0.0618	0.2398	0.3931	0.7386	0.3891
Treatment		0.6230	0.0779	0.2483	0.7390	0.8509	0.4733

SEM: Standard error of the means.

انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر اساس ازت و قابلیت هضم مواد مغذی: انرژی قابل *متابولیسم* ظاهری تصحیح شده بر اساس ازت، قابلیت هضم پروتئین و همچنین ماده آلی جیره‌های آزمایشی تحت تاثیر سطوح کنجاله کلزا، آنزیم پروتئاز و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۵). گزارش شده است افزایش کنجاله کلزا تا سطح ۲۰ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی، هیچ اثر منفی بر قابلیت هضم پروتئین نداشته، ولی قابلیت هضم ماده خشک و عصاره عاری از ازت را کاهش داد (Gopinger *et al.*, 2014). محققین بالا، علت کاهش قابلیت هضم مواد مغذی را بالاتر بودن فیبر موجود در کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا (۱۱ در مقابل ۷ درصد)، گزارش کردند که ممکن است ناشی از لیگنین متصل به پلی‌فنول ها باشد. گزارش شده است حدود ۳۰ درصد فیبر موجود در دانه کلزا پس از فرآوری باقی می‌ماند، بعلاوه درجه حرارت بالا طی فرآوری دانه کلزا ممکن است اثر منفی بر قابلیت هضم انرژی و پروتئین کنجاله داشته باشد. از طرف دیگر، افزایش سطح کلزا ممکن است سطح تانن جیره را نیز افزایش دهد که تانن‌ها با پروتئین و آنزیم‌های پروتئولیتیک دستگاه گوارش تشکیل کمپلکس داده و در نتیجه می‌توانند بر هضم پروتئین اثر منفی داشته باشند (Khajali and Slominski, 2012). بر عکس، Mushtaq *et al.* (2007) بیان کردند که استفاده از ۲۰ درصد کنجاله کلزا در جیره جوجه‌های گوشتی، میزان انرژی قابل متابولیسم جیره را افزایش داد و مواد ضد تغذیه‌ای موجود در کنجاله کلزا اثر منفی بر انرژی قابل متابولیسم نداشت. محققین گزارش کردند که افزودن مولتی‌آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی، قابلیت هضم چربی و انرژی قابل متابولیسم را بهبود داد. آنزیم می‌تواند باعث آزادسازی پروتئین دیواره سلولی شود (Kalmendal and Tauson, 2012). آزادسازی پروتئین‌های دیواره سلولی و تحت تأثیر قرار گرفتن آن‌ها به وسیله آنزیم‌های با منشأ خارجی در قسمت‌های بالایی روده، منجر به دسترسی آسان آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین با منشأ داخلی می‌شود. آنزیم پروتئاز خالص دارای آثار سودمندی بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه جیره (Cowieson and Roose, 2014)، بهبود قابلیت هضم انرژی، نشاسته و چربی (Kalmendal

www.SID.ir

Archive of SID

and Tauson, 2012) و تغییر در جریان اسیدهای آمینه با منشأ داخلی در روده (Cowieson and Roos, 2006) جوجه‌های گوشتی است. همچنین، Moss *et al.* (2018) بیان کردند افزودن کمپلکس آنزیمی به جیره بر پایه گندم- کنجاله کلزا، قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه را در جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید.

فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز روده‌ای: فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز دئودنوم ($P<$۰/۰۱) و ژژنوم ($P=$ ۰/۰۵۱۱) در تیمار ۱۴/۵۹ درصد کنجاله کلزا مکمل شده با آنزیم پروتئاز، افزایش معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (به ترتیب ۱۰/۶۱ و ۱۱/۹۴ واحد به ازای میلی‌گرم بافت). با این وجود، فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز ژژنوم تحت تأثیر سطوح کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز قرار نگرفت (جدول ۶). اسید فایتیک موجود در کنجاله کلزا از راه ممانعت از فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک از جمله پپسین و تریپسین بر قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه اثر منفی می‌گذارد (Selle *et al.*, 2012). دامنه وسیعی از آنزیم‌های پروتئاز با منشأ داخلی در دستگاه گوارش آزاد می‌شوند که جهت هضم و مورد استفاده قرار گرفتن پروتئین خوراک کافی هستند. با این وجود، تحقیقات نشان داده است که مقادیر قابل توجهی از پروتئین خوراک بدون اینکه به‌طور کامل هضم شود از دستگاه گوارش طیور عبور می‌کند. بنابراین، بخشی از پروتئین‌های هضم نشده در معرض آنزیم پروتئاز با منشأ خارجی قرار گرفته و ممکن است منجر به افزایش قابلیت هضم شود (Lemme *et al.*, 2004). Karimzadeh *et al.* (2016) گزارش کردند کلزای تخمیر شده، فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، لیپاز و پروتئاز روده‌ای را در جوجه‌های گوشتی افزایش داد. بیان شده است فرآیند تخمیر ممانعت‌کننده‌های تریپسین را حذف می‌کند (Hong *et al.*, 2004). از طرف دیگر، فرآیند تخمیر، پپتیدهای بزرگ مثل پروتئین‌های آنتی‌ژنیک را به پپتیدهای کوچک هیدرولیز می‌کند. بنابراین بهبود در فعالیت آنزیم‌های داخلی می‌تواند ناشی از تجزیه گلوبولین محتوی کنجاله سویا باشد.

اغلب مطالعات انجام شده روی آنزیم‌های موثر بر قابلیت هضم پروتئین با استفاده از مولتی‌آنزیم‌ها انجام شده است و تحقیقات در زمینه آنزیم‌های خالص بخصوص در جیره مرغ- های تخم‌گذار محدود است.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم مواد مغذی

Table 5. Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on AME_n and nutrient digestibility

Main effects		AMEn (Kcal/kg)	Crude protein (%)	Organic matter (%)
Canola meal (%)	0	2740	53.47	78.86
	7.29	2756	55.57	79.11
	14.59	2751	54.88	78.25
SEM		39.5	1.440	0.327
Protease	without	2737	53.60	78.88
	with	2761	55.68	78.61
SEM		32.3	1.176	0.267
Treatments				
0× without protease		2731	52.99	78.63
0× with protease		2748	53.96	79.10
7.29× without protease		2746	54.60	79.96
7.29× with protease		2765	56.54	78.26
14.59× without protease		2733	53.22	78.06
14.59× with protease		2769	56.54	78.43
SEM		55.8	2.037	0.462
P-value				
Canola meal		0.9578	0.5906	0.1983
Protease		0.6097	0.2359	0.4594
Canola meal ×Protease		0.9832	0.8472	0.5638
Treatment		0.9943	0.7021	0.1152

SEM: Standard error of the means.

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت آنزیم‌های روده بیانگر یک حالت دینامیک بین ترشح آنزیم از پانکراس و تجزیه شدن احتمالی آنها است. بنابراین پس از تغذیه الیافی که ایجاد ویسکوزیته می‌کند افزایش فعالیت آنزیم در دئودنوم مشاهده می‌شود. پلی‌ساکاریدهای ویسکوز، ویسکوزیته روده‌ای را افزایش داده و همچنین فعالیت آنزیم‌های آمیلاز، لیپاز و کیموتریپسین روده باریک را افزایش دادند (Ikegami *et al.*, 1990). افزایش ویسکوزیته محتویات روده، ضخامت لایه موکوس را افزایش می‌دهد و به عنوان سدی از تماس بین آنزیم‌های هضمی و سوبسترا ممانعت می‌کند. بنابراین، آنزیم با منشأ خارجی، مواد مغذی احاطه شده به وسیله الیاف موجود در دیواره سلولی گیاهان را آزاد می‌کند و سبب افزایش سوبسترا در روده می‌شود. افزایش فعالیت آنزیم داخلی بیانگر این است که پرندگان فعالیت آنزیم را با توجه به سطح سوبسترا تنظیم می‌کنند.

وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش: وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار تحت تأثیر سطوح کنجاله کلزا، آنزیم پروتئاز و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۷). گزارش شده است جایگزینی کنجاله کلزا به‌جای کنجاله سویا در جیره، وزن کبد مرغ-های تخم‌گذار را افزایش داد (Mirzaie goudarzi *et al.*, 2017). محصولات ناشی از هیدرولیز گلوکوزینولات‌ها مخصوصاً نیتریل‌ها عامل تخریب و بزرگ شدن کبد هستند. از طرف دیگر، محققین گزارش کردند استفاده از کنجاله کلزا در جیره جوجه‌های گوشتی بر وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش اثر نداشت (Manyeula *et al.*, 2020). در تحقیقی افزایش سطح کنجاله کلزا (۲۰ درصد در جیره)، وزن سنگدان جوجه‌های گوشتی را افزایش داد که ممکن است به دلیل وجود الیاف خام و پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در کنجاله کلزا باشد، ولی این اثر در آزمایش حاضر معنی‌دار نبود که ممکن است ناشی از تکامل دستگاه گوارش در مرغ‌های تخم‌گذار بالغ باشد (Kocher *et al.*, 2000). همچنین، مکمل نمودن جیره با آنزیم پروتئاز، تأثیری بر وزن لوزالمعده و سنگدان نداشت که ممکن است به سطح کلزای مورد استفاده در جیره، نوع و سن پرندگان استفاده شده در این آزمایش مربوط باشد.

جدول ۶- اثر سطوح مختلف کنجاله کلزا و آنزیم پروتئاز بر فعالیت آمینوپپتیداز روده باریک (واحد/ میلی‌گرم بافت)

Table 6. Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on intestinal aminopeptidase activity (Unit/mg of tissue)

Main effects		Duodenum	Jejunum
Canola meal (%)	0	6.00[b]	8.56
	7.29	5.94[b]	9.38
	14.59	9.55[a]	10.36
SEM		0.224	0.489
Protease	without	6.69[b]	8.93
	with	7.74[a]	9.94
SEM		0.183	0.393
Treatments			
0× without protease		5.83[c]	8.03[b]
0× with protease		6.16[c]	9.08[b]
7.29× without protease		5.74[c]	9.98[ab]
7.29× with protease		6.15[c]	8.80[b]
14.59× without protease		8.05[b]	8.78[b]
14.59× with protease		10.61[a]	11.94[a]
SEM		0.316	0.678
P-value			
Canola meal		0.0001	0.0971
Protease		0.0103	0.1176
Canola meal ×Protease		0.0515	0.0508
Treatment		0.0002	0.0511

SEM: Standard error of the means.

[a-c] Means within each section for the same column with different superscripts are significantly different ($P< 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- اثر سطوح مختلف کلزا و آنزیم پروتئاز بر وزن نسبی اندام‌های داخلی دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار (درصد به ازای وزن زنده)

Table 7. Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on relative weight (% body weight) of the internal organs of the gastrointestinal tract of laying hens

Main effects		GIT	Liver	Spleen	Gizzard	Proventriculus	Pancrease
Canola meal (%)	0	10.90	2.11	0.10	1.35	0.40	0.24
	7.29	11.11	2.00	0.10	1.33	0.41	0.23
	14.59	11.51	2.21	0.10	1.40	0.50	0.21
SEM		0.593	0.012	0.010	0.082	0.045	0.013
Protease	without	11.15	2.00	0.10	1.40	0.43	0.23
	with	11.20	2.18	0.10	1.35	0.48	0.24
SEM		0.498	0.018	0.010	0.057	0.028	0.019
Treatments							
0× without protease		10.90	2.00	0.12	1.41	0.47	0.25
0× with protease		10.90	2.11	0.10	1.35	0.46	0.22
7.29× without protease		11.11	2.11	0.11	1.36	0.45	0.24
7.29× with protease		11.20	2.00	0.10	1.34	0.48	0.30
14.59× without protease		11.43	2.12	0.10	1.40	0.36	0.26
14.59× with protease		11.72	2.20	0.11	1.36	0.41	0.24
SEM		0.665	0.187	0.010	0.103	0.053	0.027
P-value							
Canola meal		0.7470	0.4323	0.4325	0.8545	0.9911	0.7569
Protease		0.8771	0.4800	0.6378	0.5071	0.8624	0.6332
Canola meal ×Protease		0.9875	0.8898	0.4926	0.9832	0.5322	0.0576
Treatment		0.9789	0.7341	0.6123	0.9640	0.9021	0.2011

SEM: Standard error of the means.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که افزایش سطح کنجاله کلزا تا سطح ۱۴/۵۹ درصد در جیره، هیچ‌گونه اثر منفی بر ویژگی‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار شامل تولید تخم-مرغ، وزن و توده تخم‌مرغ، ضریب تبدیل خوراک و نیز صفات کیفی تخم‌مرغ نداشت، ولی فعالیت آنزیم آمینوپپتیداز روده‌ای را افزایش داد. افزودن آنزیم پروتئاز اثر مثبتی بر بهبود عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار نداشت، ولی موجب افزایش عددی انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم پروتئین جیره شد.

فهرست منابع

میرزایی گودرزی س.، برجی زاده ف.، ساکی ع.، علیپور د.، و زمانی پ. ۱۳۹۵. اثر سطوح کنجاله آفتابگردان و آنزیم پروتئاز بر صفات عملکردی و ریخت شناسی روده باریک در مرغ‌های تخم‌گذار. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی)، ۱۱۱: ۱۶۳-۱۷۶.

Al- Saffar A. E., Attia Y. A., Mahmoud M. B., Zewell H. S. and Bovera F. 2012. Productive and reproductive performance and egg quality of laying hens fed diets containing different levels of date pits with enzyme supplementations. Tropical Animal Health and Production, 45: 327-334.

Amerah A. M., Romero L. F., Awati A. and Ravindran V. 2017. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. Poultry Science, 96: 807-816.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chemists Int., Gaithersburg, MD.

Bedford M. R. 2000. Exogenous enzyme in monogastric nutrition their current value and future benefits. Animal Feed Science and Technology, 86: 1-13.

Canola Council of Canada. 2009. Canola meal: Feed industry guide. Canadian International Grains Institute. 4th ed. Accessed Oct. 2012. http://www.canolacouncil.org.

www.SID.ir

Archive of SID

Chaparzadeh N. and ZarandiMiandooab L. 2011. The effects of salinity on pigments content and growth of two canola (BRASSICA NAPUS) cultivars. Iranian Journal of Plant Biology, 3: 13-26.

Cowieson A. J. and Roos F. F. 2014. Bioefficacy of a mono-component protease in the diets of pigs and poultry: a meta-analysis of effect on ileal amino acid digestibility. Journal of Applied Animal Nutrition, 2(e13): 1-8.

Cowieson A. J., Singh D. N. and Adeola O. 2006. Prediction of ingredient quality and the effect of a combination of xylanase, amylase, protease and phytase in the diets of broiler chicks. 2. Energy and nutrient utilisation. British Poultry Science, 47: 490-500.

Gal-Garber O. and Uni Z. 2000. Chicken intestinal aminopeptidase: partial sequence of the gene expression and activity. Poultry Science, 79: 41-45.

Garcia M., Lazaro R., Latorre M., Gracia M. and Mateos G. G. 2008. Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers. Poultry Science, 87: 940-948.

Goldberg E. M., Donna R., Michel A. and James D. 2016. Interactions between canola meal and flaxseed oil in the diets of White Lohmann hens on fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs. Poultry Science, 95: 1805-1812.

Gopinger E., Xavier E. G., Elias M. C., Catalan A. A. S., Castro M. L. S., Nunes A. P. and Roll V. F. B. 2014. The effect of different dietary levels of canola meal on growth performance, nutrient digestibility, and gut morphology of broiler chickens. Poultry Science, 93: 1130-1136.

Hahn-Didde D. and Purdum S. E. 2014. The effects of an enzyme complex in moderate and low nutrient dense diets with dried distillers grains with solubles in laying hens. The Journal of Applied Poultry Research, 23: 23-33.

Haugh R. R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. The U. S. Egg and Poultry Magazine, 43: 522-555.

Hong K. J., Lee C. H. and Kim S. W. 2004. Aspergillus oryzae GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and feed soybean meals. Journal of Medicinal Food, 7: 430-435.

Hy-Line International. 2015. Hy-Line W-36 Commercial Management Guide, 2015. Hy-Line Int., West Des Moines, IA, USA.

Ikegami S., Tsuchihashi F., Harada H., Tsuchihashi N., Nishide E. and Innami S. 1990. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic biliary secretion and digestive organs in rats. Journal of Nutrition, 120: 353-360.

Kalmendal R. and Tauson R. 2012. Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat- soybean meal- based diet. Poultry Science, 91: 1387-1393.

Karimzadeh S., Rezaei M. and Teimouri A. 2016. Effects of canola bioactive peptides on performance, digestive enzyme activities, nutrient digestibility, intestinal morphology and gut microflora in broiler chicken. Poultry Science, 4: 27-36.

Khajali F. and Slominski B. A. 2012. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. Poultry Science, 91: 2564-2575.

Kocher A., Choct M., Porter M. D. and Broz J. 2000. The effects of enzyme addition to broiler diets containing high levels of canola or sunflower meal. Poultry Science, 79: 1936-1942.

Lemme A., Ravindran V. and Bryden W. L. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. World's Poultry Science Journal, 60: 423-438.

Ludovic L., Kathleen S., Derek D. and Jean-Christophe B. 2015. Benefits of protease addition on top of a commercial young laying hen diet. In: Proceeding of 104th Poultry Science Association Annual Meeting, 27-30 July. Kentucky, pp. 87-90.

Manyeula F., Mlambo V., Marume U. and Sebola N. A. 2020. Partial replacement of soybean products with canola meal in indigenous chicken diets: size of internal organs, carcass characteristics and breast meat quality. Poultry Science, 99: 256-262.

Mirzaie goudarzi S., Saki A. A., Mohamamdi N. and Zamani P. 2017. The effect of substitution of soybean with canola meal in laying hens diet formulated on the basis of total or digestible amino acids on performance and blood parameters. Journal of Livestock Science and Technologies, 5: 1-8.

Moss A. F., Chrystal P. V., Yueming D. L., Selle P. H. and Liu S. Y. 2018. Responses in digestibilities of macro-minerals, trace minerals and amino acids generated by exogenous phytase and xylanase in canola meal diets offered to broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 240: 22-30.

Mushtaq T., Sarwar M., Ahmad G., Mirza M. A., Nawaz H., Haroon M. M. and Noreen U. 2007. Influence of canola meal-based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass, and immunity responses of broiler chicken. Poultry Science, 86: 2144-2151.

www.SID.ir

Archive of SID

Oba A., Pinheiro J. W., Silva C. A., Castro- Gomez R. J. H., Benites C. R., Ueno F. Y. and Almeida M. 2013. Characteristicas produtivas, qualitativas a microbiologicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferents niveis de complexo enzimatico. Animal Science, 34: 4179-4186.

Romero L. F., Parsons C. M., Utterback P. L., Plumdtead P. W. and Ravindran V. 2013. Comparative effect of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AME_n in young broilers. Animal Feed Science and Technology, 181: 35-44.

Saha D. C. and Gilbreath R. L. 1991. Analytical recovery of chromium from diet and feces determined by colorimetry and atomicabsorption spectrophotometry. Journal of the Science of Food and Agriculture, 55: 433-446.

SAS Institute. 2004. SAS Users Guide. Version 9.1. SAS Institute. Cary, North Carolina.

Selle P. H., Cowieson A. J., Cowieson N. P. and Ravindran V. 2012. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. Nutrition Research Reviews, 25: 1-17.

Shirazi-Beechey S. P., Smith M. W., Wang Y. and James P. S. 1991. Postnatal development of lamb intestinal digestive enzymes is not regulated by diet. The Journal of Physiology, 437: 691-698.

Torki M., Habibian M. and Davoodifar M. 2015. Response of laying hens to diet inclusion of canola meal as influenced by dietary nonphytate phosphorus level and microbial phytase supplementation. Journal of Livestock Science and Technologies, 3: 1-12.

Vieira Filho J. A., Geraldo A., Maachado L. C., Brito J. A., Bertecchini A. G. and Muran E. S. F. 2015. Effect of protease supplementation on production performance of laying hens. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 37: 29-33.

Zeb A. 1998. Possibilties and limitation of feeding rapeseed meal to broiler chicks. Ph.D. dissertation George August University, Gottingen.

www.SID.ir

Archive of SID

Animal Production Research

Vol. 9, No. 4, 2020 (33-45)

University of Guilan

Research paper

Effect of different levels of canola meal and protease enzyme on performance, egg quality traits and nutrient digestibility in laying hens

S. Naderi Sahami Zamir[1], S. Mirzaie Goudarzi[2*], A. A. Saki[3], P. Zamani[4]

1. MSc. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 25-11-2019 – Accepted: 25-03-2020)

Abstract

This experiment was conducted to consider different levels of canola meal (CM) and protease enzyme on performance, egg quality, nutrient digestibility, intestinal aminopeptidase activity, and relative weight of digestive organs of laying hens from 28 to 36 weeks of age. In total, 180 Hy-Line W-36 laying hens were allocated to six treatments, five replicates, and six laying hens in each replication in a factorial arrangement of 3×2 by a completely randomized design with three levels of CM (0, 7.29, and 14.59%) and two levels of protease enzyme (0 and 200 g/ton). For the entire experimental period, the productive performance of laying hens and egg quality were not affected by CM levels or protease enzyme (P>0.05). As well as, there were no significant effect of CM levels and protease enzyme on AME_n, protein, and organic matter digestibility of the diet (P>0.05). The aminopeptidase activity of the duodenum (P<0.01) and jejunum (P=0.0511) was significantly increased by 14.59% CM supplemented with protease enzyme (10.61 and 11.94 Unit/ mg of tissue, respectively). Duodenal aminopeptidase activity increased by protease enzyme supplementation (7.74 *vs.* 6.69 Unit/ mg of tissue) (P=0.0103). The results showed that CM can be included in laying hen diets up to 14.59% with protease enzyme without any adverse effect on productive performance, egg quality traits, and nutrient digestibility.

Keywords: Aminopeptidase enzyme, Protease, Performance, Canola meal, Laying hen

*Corresponding author: smirzaie@basu.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2021.15020.1474

www.SID.ir