



اثر تغذیه دانه شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) اکستروود شده بر عملکرد، اجزای لاشه، پاسخ ایمنی همورال و الگوی لیپیدی پلازما در جوجه‌های گوشتی

مهدی بارانی^۱، نظر افضلی^۲، سید جواد حسینی واشان^{۳*}

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۰۳)

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر تغذیه شاهدانه اکستروود شده بعنوان منبع غنی روغن و پروتئین بر عملکرد، اجزای لاشه و پاسخ ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی بود. در این آزمایش، ۲۵۰ قطعه جوجه خروس یکروزه گوشتی (سویه راس ۳۰۸) در قالب طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار با پنج تکرار (۱۰ پرنده به ازای هر قفس) توزیع شدند. جیره‌های آزمایشی در قالب سه دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره شاهد یا بدون شاهدانه اکستروود شده، ۲) جیره حاوی ۵ درصد شاهدانه اکستروود شده، ۳) جیره حاوی ۱۰ درصد شاهدانه اکستروود شده، ۴) جیره حاوی ۱۵ درصد شاهدانه اکستروود شده و ۵) جیره حاوی ۲۰ درصد شاهدانه اکستروود شده. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاهدانه اکستروود شده تا سطح ۲۰ درصد جایگزینی با سویا، اثر منفی بر وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک نداشت. به هر حال، افزودن سطوح بالاتر از ۵ درصد شاهدانه اکستروود شده به جیره جوجه‌های گوشتی، وزن نسبی عضله سینه را به طور معنی‌داری کاهش داد ($P < 0.05$). عیار پادتن بر ضد گلبول قرمز گوسفندی و الگوی لیپیدی پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی، بجز غلظت LDL خون که در سطوح بالاتر از ۵ درصد کاهش یافت ($P < 0.05$)، تا سطح ۲۰ درصد شاهدانه اکستروود شده تغییر معنی‌داری نشان نداد. بنابراین، استفاده از شاهدانه اکستروود شده در تغذیه جوجه گوشتی تا سطح ۲۰ درصد بدون اثر منفی بر عملکرد، پاسخ ایمنی و لیپیدهای خون پرنده توصیه می‌شود. به هر حال، در هنگام استفاده از سطوح بالای شاهدانه اکستروود شده توجه به محتوای لیزین و آرژینین و توازن بین آن‌ها برای ممانعت از کاهش درصد گوشت سینه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پاسخ ایمنی، جوجه گوشتی، ضریب تبدیل، شاهدانه اکستروود شده، کلسترول

مقدمه

کانابینوئید^۵ اصلی است که دارای فعالیت ضدباکتری قوی هستند (Appendino *et al.*, 2008) که برخی از آنها دارای خواص ضدالتهابی و اثرات محرک سیستم ایمنی هستند (Stratus, 2001). در شاهدانه تقریباً ۶۰ نوع کانابینوئید شناسایی شده است که ماده اصلی آنها تتراهیدروکانابینول (THC^۶) می‌باشد (Thompson, 2004). تتراهیدروکانابینول یک ماده چربی‌دوست است که به نور، حرارت، مواد اسیدی و بازی حساس می‌باشد. با توجه به اینکه THC ماده موثره‌ای است که در صورتی که مقدار آن بالا باشد محدودیت مصرف دارد و از اهمیت بالایی برخوردار است (Kalmendal, 2008; Koch, 2001) از طرف دیگر، در شاهدانه تعدادی ترکیبات ضد تغذیه‌ای وجود دارد. یکی از فاکتورهای ضدتغذیه‌ای شاهدانه اسید فایتیک است که میزان آن مشابه سویا و آفتابگردان می‌باشد. اسید فایتیک قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه را کاهش داده (Ravindran *et al.*, 1999) و دفع نیتروژن درون‌زادی، اسیدهای آمینه و مواد معدنی را افزایش می‌دهد (Cowieson *et al.*, 2004). از دیگر ترکیبات ضدتغذیه‌ای شاهدانه، تانن‌ها هستند. تانن‌ها باعث کاهش قابلیت هضم نیتروژن، جذب مواد معدنی، افزایش وزن و مصرف خوراک می‌شوند (Hassan *et al.*, 2003). میزان فیبر خام شاهدانه ۲۲ و خاکستر آن ۵/۶ درصد است که در مقایسه با خوراکی‌های معمول مانند گندم و ذرت بالاست (House *et al.*, 2010). تحقیقات نشان داده است که فیبر بالا ممکن است اثرات منفی بر هضم و جذب مواد مغذی داشته و در نتیجه عملکرد پرند را تحت تأثیر قرار دهد (Krogdahl, 1986).

روش‌هایی جهت عمل‌آوری دانه‌های روغنی پیشنهاد شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تفت دادن^۷، حرارت در آون و اکسترود نمودن^۸ تحت فشار اشاره نمود که سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای دانه‌های روغنی می‌شود (Zollitsch *et al.*, 1993). برای مؤثر واقع شدن عمل‌آوری حرارتی، دو عامل درجه حرارت و مدت زمان عمل‌آوری تعیین‌کننده هستند. یکی از روش‌های مرسوم برای کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای، فرآیند اکسترود کردن است که در آن حرارت، فشار و نیروی برش دخالت دارد و اثرات

شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) گیاهی یکساله و دوپایه است (Fortenbery and Bennett, 2004) که از قدیم نقش مهمی در تولید غذا، دارو و فیبر داشته است (Callaway, 2004). در اروپا از شاهدانه و فرآورده‌های فرعی آن در صنایع ساختمانی، آرایشی، خوراک دام و بستر استفاده می‌شود (Karus and Vogt, 2004). بر اساس ماده خشک، شاهدانه دارای ۲۴/۸ درصد پروتئین، ۳۵/۵ درصد روغن، ۵/۶ درصد خاکستر، ۲۷/۶ درصد فیبر خام (Callaway, 2004)، و کنجاله شاهدانه دارای ۳۳/۵ درصد پروتئین خام، ۱۱/۱ درصد روغن، ۷/۲ درصد خاکستر و ۴۲/۶ درصد فیبر خام است (Silversides and Lefrançois, 2005). در مواردی پروتئین خام کنجاله شاهدانه تا ۴۳/۱ درصد بسته به روش روغن‌کشی نیز گزارش شده است (Eriksson, 2007). پروتئین شاهدانه استیدین^۱ نام دارد که منبع غنی اسیدهای آمینه بویژه اسیدهای آمینه ضروری است (Wang *et al.*, 2008). نسبت اسیدهای آمینه ضروری به کل اسیدهای آمینه در پروتئین شاهدانه (۴۵/۱۶ درصد) نسبت به پروتئین سویا (۴۲/۷۲ درصد) بیشتر است. قابلیت هضم پروتئین شاهدانه نسبت به پروتئین سویا در شرایط آزمایشگاهی^۲ (روش هضم پیسین و تریپسین) بالاتر بوده (Callaway, 2004; Wang *et al.*, 2008; Tang *et al.*, 2006) و برای مصرف خوراکی انسان نسبت به پروتئین سویا مناسب‌تر است (Wang *et al.*, 2008).

معمولاً^۳ از شاهدانه به عنوان یک دانه روغنی یاد می‌شود و حدود ۲۶/۳ تا ۳۷/۵ درصد آن را روغن تشکیل می‌دهد که بسته به اثرات ژنوتیپ و سال متفاوت است (Callaway, 2004; Kriese *et al.*, 2004). روغن شاهدانه دارای مقدار زیادی از اسیدهای چرب ضروری اسید لینولئیک^۴ و اسید لینولنیک^۴ است (Callaway, 2004). نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در روغن شاهدانه حدود ۲ به ۱ تا ۳ به ۱ بوده که در مقایسه با سویا (۶/۹ به ۱) پائین‌تر است و به نظر می‌رسد برای سلامتی انسان مفید باشد (Kriese *et al.*, 2004). شاهدانه حاوی پنج

5. Cannabinoid
6. Tetrahydrocannabinol
7. Roasting
8. Extruding

1. Estidin
2. *In vitro*
3. Linoleic acid
4. Linolenic acid

پس از یک دوره پنج روزه عادت‌دهی با جیره حاوی شاهدانه اکستروود شده و ۲۴ ساعت گرسنگی، به مدت ۷۲ ساعت با جیره آزمایشی تغذیه و جمع‌آوری مدفوع انجام شد و سپس انرژی قابل متابولیسمی ظاهری جیره مورد استفاده به کمک معادله زیر محاسبه شد (Yaghobfar and Boldaji, 2002):

$$\text{AME (kcal/kg diet)} = [(F \times \text{GE}_f) - (E \times \text{GE}_e)] / F$$

در رابطه فوق: F، مقدار خوراک مصرفی (گرم)؛ E، مقدار مدفوع (گرم)؛ GE_f ، انرژی خام یک گرم خوراک (کیلوکالری)؛ GE_e ، انرژی خام یک گرم مدفوع (کیلوکالری). از آنجائی‌که در جیره مورد استفاده شاهدانه اکستروود شده در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد استفاده شد بر اساس جایگزینی، انرژی قابل متابولیسم شاهدانه اکستروود شده با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$\text{AME (kcal/kg)} = E_b - [(E_b - E_t) / P]$$

اکستروود شده

E_b ، AME جیره پایه (کیلوکالری بر کیلوگرم)؛ E_t ، AME جیره آزمایشی (کیلوکالری بر کیلوگرم)؛ P، درصد ماده خوراکی آزمایشی که در جیره پایه جایگزین شده است (حسینی و اشان و غزنوی، ۱۳۹۵).

آزمایش اصلی: این آزمایش با ۲۵۰ قطعه جوجه خروس یکروزه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و پنج تکرار و تعداد ۱۰ قطعه جوجه در هر واحد آزمایشی تا سن ۴۲ روزگی انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره فاقد دانه شاهدانه اکستروود شده، ۲) جیره حاوی ۵ درصد دانه شاهدانه اکستروود شده، ۳) جیره حاوی ۱۰ درصد دانه شاهدانه اکستروود شده، ۴) جیره حاوی ۱۵ درصد دانه شاهدانه اکستروود شده و ۵) جیره حاوی ۲۰ درصد دانه شاهدانه اکستروود شده. جیره‌ها بر پایه دانه ذرت-کنجاله سویا و با سطح مشابه انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام تنظیم شدند. این جیره‌ها پس از تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم ظاهری شاهدانه، با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی UFDA جهت تأمین احتیاجات غذایی توصیه شده در کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ برای سه دوره پرورش آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) تنظیم شدند (جدول ۱). پرندگان در شرایط یکسانی پرورش داده شدند و به خوراک دسترسی آزاد داشتند.

مفیدی بر ارزش تغذیه‌ای خوراک خواهد گذاشت (Allan and Booth, 2004; Burel et al., 2000). اکستروود کردن به میزان قابل توجهی قابلیت هضم بخش فیبری کنجاله سویا را در طیور بهبود بخشید (شهرامی و شیوازاد، ۱۳۹۲؛ Mirghelenj et al., 2013). شهرامی و شیوازاد (۱۳۹۲) گزارش نمودند اکستروود نمودن باعث کاهش فعالیت بازدارنده تریپسین و آنزیم اوره‌آز شده ولی بر کیفیت پروتئین اثر نمی‌گذارد. در مطالعه دیگری گزارش شد اکستروود نمودن باعث کاهش بازدارنده‌های پروتئازی و اولیگوساکاریدها و غیرفعال‌سازی باکتری‌های بیماری‌زا و کاهش فسفر فیتاتی به دلیل تجزیه مولکول‌های هگزا فسفات اینوزیتول می‌شود (Guillamon et al., 2008; Nalle, 2009). هم‌چنین گزارش شد که اکستروود نمودن لوبین زرد باعث افزایش قابلیت دسترسی پروتئین، چربی و انرژی متابولیسمی آن برای جوجه‌های گوشتی شد (Rutkowski et al., 2016). اکستروود نمودن خوراک باعث کاهش میزان بازدارنده تریپسین، افزایش قابلیت هضم پروتئین، چربی و نشاسته، افزایش قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه بویژه سیستئین و تریپتوفان شد (Romarheim et al., 2005). تاکنون، هیچ تحقیقی در زمینه اکستروود کردن شاهدانه و اثرات آن روی ارزش تغذیه‌ای این دانه روغنی انجام نشده است. هدف از این تحقیق، بررسی اثر شاهدانه اکستروود شده بعنوان منبع غنی انرژی و پروتئین بر عملکرد، اجزای لاشه و پاسخ ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش مقدماتی: به منظور اکستروود نمودن شاهدانه، از فرآیند اکستروودینگ مرطوب در کارخانه خوراک دام صالح کاشمر با دستگاه اکستروودر ۶۰۰PAK تحت دمای ۱۵۵ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۵ ثانیه و فشار ۳۴۵ بار استفاده شد. تجزیه شیمیائی شاهدانه اکستروود شده به لحاظ درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، فیبرخام و خاکستر با روش تجزیه تقریبی انجام شد (AOAC, 2000). میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری دانه اکستروود شده شاهدانه به وسیله خروس‌های بالغ لگهورن (۳۵ هفته) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند با روش جایگزینی در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد و جمع‌آوری کل مدفوع تعیین شد. خروس‌ها

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets

| Ingredients | 1-10 d | | | | | 11-24 d | | | | | 25-42 d | | | | |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Corn grain | 54.91 | 53.31 | 51.71 | 47.72 | 42.66 | 58.19 | 55.71 | 54.27 | 52.79 | 49.95 | 60.77 | 59.33 | 57.90 | 56.47 | 55.04 |
| Soybean meal | 34.30 | 31.89 | 29.44 | 31.47 | 28.49 | 31.78 | 30.86 | 28.40 | 26 | 25.60 | 30.86 | 28.40 | 25.94 | 23.47 | 22.01 |
| Hempseed | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Fish meal | 5 | 5 | 5 | 2.05 | 2.09 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Soybean Oil | 2.38 | 1.41 | 0.44 | 0 | 0 | 3.79 | 2.95 | 1.85 | 0.76 | 0 | 4.58 | 3.48 | 2.38 | 1.28 | 0.18 |
| Limestone | 1.18 | 1.22 | 1.16 | 1.30 | 1.33 | 1.24 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.35 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 |
| Dicalcium phosphate(DCP) | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 0.70 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 1.10 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| Salt | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Vit. Permixon ¹ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Min. premix ¹ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| DL- Methionine | 0.20 | 0.24 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| L- Lysine Hcl | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.12 |
| Calculated compositions | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metabolisable Energy (kcal/kg) | 3028.96 | 3037.77 | 3044.14 | 3050.89 | 3020.08 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3150 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| Crude protein (%) | 22.96 | 22.99 | 22.98 | 22.99 | 22.51 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Ether Extract (%) | 3.66 | 4.01 | 4.40 | 4.73 | 4.98 | 4.03 | 4.42 | 4.76 | 5.01 | 5.29 | 5.32 | 5.51 | 5.69 | 5.86 | 5.99 |
| Crude Fiber (%) | 3.52 | 4.22 | 5.00 | 6.76 | 7.35 | 3.22 | 3.89 | 4.62 | 5.31 | 6.00 | 3.13 | 3.75 | 4.49 | 5.06 | 5.89 |
| Lysine (%) | 1.41 | 1.37 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.26 | 1.26 | 1.24 | 1.24 | 1.24 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 |
| Arginine (%) | 1.45 | 1.53 | 1.60 | 1.68 | 1.74 | 1.24 | 1.32 | 1.38 | 1.44 | 1.50 | 1.10 | 1.17 | 1.24 | 1.29 | 1.33 |
| Met. + Cys. (%) | 0.92 | 0.94 | 0.92 | 0.88 | 0.87 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |
| Calcium (%) | 1.09 | 1.11 | 1.09 | 1.12 | 0.99 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| Available phosphorus (%) | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.66 | 0.50 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| Sodium (%) | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

¹. Supplied per Kg of premix: 3.6 g Vitamin A; 0.36 g Vitamin B1; 1.65 g Vitamin B2; 2 g Vitamin B3; 0.6 g Vitamin B6; 0.3 g Vitamin B12; 0.8 g Vitamin D3; 7.2 g Vitamin E; 0.8 g Vitamin K3; 0.25 g Vitamin B9; 6 g Vitamin B5; 2 g Vitamin H; 32 g MnO; 50 g Fe₂(SO₄)₃; 22 g ZnO; 8 g CuO; 4 g Selenium Permixon; 0.32 g NaIO₃; 200 g Choline Chloride; 0.2 g Antioxi-dan.

اندازه‌گیری شد. مقدار LDL با استفاده از رابطه زیر (Friedewald *et al.*, 1972) محاسبه شد:

مقدار LDL (میلی گرم بر دسی لیتر) = مقدار کلسترول

$$\text{کل-مقدار HDL} - \left(\frac{\text{مقدار تری گلیسرید}}{5} \right)$$

در رابطه فوق: LDL، HDL و TG به ترتیب نشان‌دهنده لیپوپروتئین با دانسیته پایین، لیپوپروتئین با دانسیته بالا و تری گلیسرید هستند.

داده‌های حاصل به وسیله رویه GLM نرم‌افزار SAS 9.1 (2002) تجزیه شدند. برای تجزیه واریانس داده‌های درصدی از آرکسینوس داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی-کرامر در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب مواد مغذی دانه شاهدانه اکستروود شده مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. تجزیه شیمیایی شاهدانه اکستروود شده نشان داد که این ماده خوراکی حاوی ۲۴/۷ درصد پروتئین خام و ۲۸/۲ درصد روغن در ماده خشک است. محققین میزان پروتئین و روغن دانه شاهدانه خام را به ترتیب ۲۴/۸ و ۳۵/۵ درصد تعیین کردند (Callaway, 2004). برخی از پژوهشگران میزان پروتئین خام دانه شاهدانه را از ۲۰ (Fortenbery and Bennet, 2004) تا ۲۴ درصد (Hullar *et al.*, 1999) گزارش کردند.

در پایان هر دوره پرورشی، خوراک مصرفی و وزن بدن اندازه‌گیری و میزان تلفات ثبت شد و افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل با در نظر گرفتن وزن تلفات و با استفاده از پرنده روز به صورت میانگینی از هر واحد آزمایشی محاسبه شدند. جهت بررسی پاسخ ایمنی همورال در سن ۲۳ روزگی، ۰/۴ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۸ درصد گلبول قرمز خون گوسفند استریل و خالص‌سازی شده به عنوان یک پادگن غیربیماریا به ورید بال سه قطعه مرغ از هر تکرار تزریق و پنج روز بعد از این، از مرغ‌ها خون‌گیری به عمل آمد. جهت بررسی پاسخ ثانویه، تزریق دوم SRBC در سن ۳۵ روزگی انجام و در سن ۴۲ روزگی خون‌گیری انجام شد. عیار پادتن تولید شده بر ضد SRBC با استفاده از روش میکروتیتر اندازه‌گیری شد (Nelson *et al.*, 1995). پس از پایان خون‌گیری، جهت تهیه سرم، لوله‌های محتوی خون در دمای اتاق به مدت یک ساعت قرار داده شد و به وسیله سمپلر، سرم خون هر واحد آزمایشی داخل میکروتیوب‌های ۱/۵ سی‌سی ریخته شد و جهت انجام عملیات آزمایشگاهی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد منجمد شد (هاشمی و جعفری آهنگرانی، ۱۳۸۴). در پایان دوره آزمایشی (۴۲ روزگی)، دو پرنده از هر تکرار با وزن نزدیک به میانگین انتخاب، توزین و پس از کشتار، وزن لاشه و اندام‌های داخلی آنها اندازه‌گیری شد و وزن نسبی آنها به صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد. مقادیر کلسترول، HDL، تری‌گلیسرید در سرم با کیت‌های اختصاصی شرکت پارس آزمون و با دستگاه اسپکتروفتومتر اتوآنالایزر (مدل جسان ۲۰ ایتالیا)

جدول ۲- ترکیب شیمیایی دانه شاهدانه اکستروود شده (درصد از ماده خشک)

Table 2. Chemical composition of extruded hempseed (% of DM)

| Apparent ME (kcal/kg) | Crude protein (% DM) | Ether extract (% DM) | Calcium (% DM) | Available Phosphorus (% DM) | Crude fiber (% DM) | Ash (% DM) | Nitrogen free extract (% DM) |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|------------|------------------------------|
| 4150 | 24.7 | 28.2 | 0.2 | 0.2 | 18.46 | 4.5 | 11.44 |

وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل نداشت، اما در کل، جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی شاهدانه اکستروود شده از نظر عددی دارای مصرف خوراک بالاتری در مقایسه با گروه شاهد بودند. استفاده از شاهدانه خام تا سطح ۷/۵ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی اثر

اثر سطوح مختلف دانه شاهدانه اکستروود شده بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاهدانه اکستروود شده در جیره جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی اثر معنی‌داری بر افزایش

شامل مصرف خوراک، وزن بدن، ضریب تبدیل و تولید تخم مرغ نداشت (Konca *et al.*, 2014b). که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در مطالعه دیگری بارانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که استفاده از شاهدانه خام در سطوح بالاتر از ۱۰ درصد باعث کاهش فراسنجه‌های عملکردی می‌شود که در مغایرت با یافته‌های مطالعه حاضر است که دلیل آن می‌تواند تفاوت در فرآیند اکستروود نمودن باشد.

معنی‌داری بر فراسنجه‌های عملکردی نداشت (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱). در بلدرچین نیز، افزودن شاهدانه خام تا سطح ۲۰ درصد به جیره تا سن ۲۱ روزگی، اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک و افزایش وزن نداشت ولی در سن ۴۲ روزگی سطح ۲۰ درصد شاهدانه باعث کاهش وزن زنده بلدرچین شد (Konca *et al.*, 2014a). در بلدرچین‌های تخمگذار، افزودن سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد شاهدانه به جیره، اثری بر فراسنجه‌های عملکردی

جدول ۳- اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی
Table 3. Effect of different levels of extruded hempseed on body weight gain, feed intake and feed conversion ratio of broiler chickens

| Growth phase (day) | Hempseed inclusion level (% of diet) | | | | | SEM ¹ | P-value |
|---------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| Body weight gain (g/bird) | | | | | | | |
| 1-10 | 172.98 | 172.48 | 179.84 | 188.52 | 177.86 | 5.03 | 0.190 |
| 11-24 | 771.71 | 767.62 | 763.01 | 752.20 | 740.24 | 22.65 | 0.860 |
| 25-42 | 1435.23 | 1408.47 | 1306.09 | 1315.35 | 1386.43 | 58.49 | 0.195 |
| 1-42 | 2379.92 | 2348.57 | 2248.94 | 2256.07 | 2304.53 | 60.56 | 0.620 |
| Feed intake (g/bird) | | | | | | | |
| 1-10 | 220.80 | 210.60 | 228 | 226.80 | 214.47 | 4.49 | 0.051 |
| 11-24 | 1087.50 | 1128.48 | 1114.81 | 1141.60 | 1135.63 | 16.99 | 0.22 |
| 25-42 | 2704.7 | 2683.1 | 2523.3 | 2487.4 | 2546.9 | 144.31 | 0.76 |
| 1-42 | 4013 | 4020.2 | 3866.1 | 3855.8 | 3897 | 154.71 | 0.89 |
| Feed conversion ratio | | | | | | | |
| 1-10 | 1.28 | 1.27 | 1.22 | 1.20 | 1.21 | 0.02 | 0.072 |
| 11-24 | 1.41 | 1.48 | 1.46 | 1.52 | 1.54 | 0.05 | 0.220 |
| 25-42 | 1.84 | 1.81 | 1.86 | 1.88 | 1.77 | 0.1 | 0.940 |
| 1-42 | 1.65 | 1.65 | 1.67 | 1.70 | 1.66 | 0.06 | 0.971 |

¹SEM: Standard error of means

معنی‌داری افزایش داد (Konca *et al.*, 2014a). گزارش شده است که فرآوری حرارتی، کیفیت پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لیزین اسید آمینه محدودکننده‌ای است که به طور ویژه به وسیله حرارت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این اسید آمینه طی فرآوری حرارتی با قندهای احیاکننده واکنش میلارد را آغاز کرده و برای ساخت پروتئین غیرقابل دسترس می‌شود و انتظار می‌رود عملکرد رشد را تحت تأثیر قرار دهد (Nielsen De Almeida, 2013). اکثر پژوهشگران گزارش نموده‌اند که اسید آمینه لیزین نقش مهمی در رشد عضله سینه ایفا می‌کند (Labadan and Austic, 2001; Moran and Bilgili, 1990; Sterling and Pesti, 2003). احتمالاً نتیجه به دست آمده در این مطالعه ناشی از غیرقابل دسترس شدن اسید آمینه لیزین دانه شاهدانه طی فرآیند اکستروود کردن و سطح بالاتر اسید آمینه آرژنین در آن است.

اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر ویژگی‌های لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از سطوح بالای پنج درصد دانه شاهدانه اکستروود شده در جیره جوجه‌های گوشتی، وزن نسبی سینه را به طور معنی‌داری کاهش داد ($P < 0.05$). اما اثر معنی‌داری بر دیگر اجزای لاشه نداشت. در یک مطالعه، استفاده از شاهدانه خام در سطح ۷/۵ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر اجزای لاشه به استثنای وزن نسبی کبد نداشت، که به غیر از وزن نسبی سینه و کبد با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج یک تحقیق دیگر نشان داد که استفاده از شاهدانه خام در سطح بالاتر از ۱۰ درصد در جیره بلدرچین، وزن نسبی روده و کبد را به طور معنی‌داری کاهش و وزن نسبی لاشه را به ویژه در سطح ۲۰ درصد جیره به‌طور

جدول ۴- اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر اجزای لاشه (درصد از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی
Table 4. Effect of different levels of extruded hempseed on carcass constituents (% of live body weight) of broiler chicks

| Item | Hempseed inclusion level (% of diet) | | | | | SEM ¹ | P-value |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| Carcass (%) | 65.41 | 65.62 | 64.20 | 64.42 | 65.59 | 0.632 | 0.32 |
| Abdominal fat (%) | 1.32 | 1.14 | 1.32 | 1.11 | 0.92 | 0.139 | 0.28 |
| Gizzard (%) | 1.33 | 1.31 | 1.39 | 1.41 | 0.015 | 0.0527 | 0.08 |
| Spleen (%) | 0.16 | 0.16 | 0.13 | 0.15 | 0.14 | 0.0234 | 0.41 |
| Liver (%) | 2.14 | 2.30 | 2.43 | 2.32 | 2.41 | 0.1243 | 0.35 |
| Thigh (%) | 18.92 | 18.74 | 19.63 | 19.23 | 20.12 | 0.4328 | 0.06 |
| Pancreas (%) | 0.22 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.20 | 0.0052 | 0.35 |
| Breast (%) | 26.26 ^a | 26.42 ^{ab} | 24.21 ^c | 24.31 ^c | 24.81 ^{bc} | 0.4251 | 0.0003 |

¹SEM: Standard error of means

^{a-c} Means with different letters in a row differ significantly ($P < 0.05$)

مقدار اسید آمینه آرژنین دانه شاهدانه ۳/۱ درصد و مقدار لیزین آن ۱/۰۳ درصد است (Callaway, 2004; Russo and Reggiani, 2015)، بنابراین نسبت آرژنین به لیزین در این ماده خوراکی مناسب نیست و با افزایش سطح شاهدانه در جیره باید میزان مکمل لیزین در جیره افزایش یابد. این اسید آمینه یک تنظیم‌کننده مؤثر و کارآمد برای فرآیندهای ایمنولوژیکی موجودات عالی است (Collier and Vallance, 1989). گروهی از پژوهشگران نشان دادند که تولید اکسید نیتریک به وسیله ماکروفاژها با استفاده مقطعی از ال-آرژنین در جیره افزایش پیدا می‌کند (Sung *et al.*, 1991). استفاده از آرژنین در جیره حیوانات سبب تحریک تقسیمات سلولی لنفوسیت‌ها و بهبود عملکرد ایمنی در برابر تومورها می‌شود (Jahani, 2009). اثر شاهدانه اکستروود شده بر الگوی لیپیدی پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن شاهدانه اکستروود شده در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر الگوی لیپیدی پلاسمای خون (کلسترول کل، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL¹)، تری‌گلیسرید (TG²)) آن‌ها بجز غلظت لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL³) خون که در جوجه‌های تغذیه شده با سطح بالاتر از ۵ درصد شاهدانه اکستروود شده در مقایسه با شاهد کاهش یافت ($P < 0.05$)، نداشت.

اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر پاسخ ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از شاهدانه اکستروود شده در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر پاسخ ایمنی همورال بر ضد گلبول‌های قرمز خون گوسفند نداشت. مکانیسم دقیق تأثیر اسیدهای چرب بر سیستم ایمنی شناخته نشده است، اما تحقیقات نشان داد که اسیدهای چرب امگا-۶ پاسخ ایمنی وابسته به سلول و اسیدهای چرب امگا-۳ پاسخ ایمنی همورال را بهبود می‌بخشد (Selvaraj and Cherian, 2004). افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ جیره، عیار پادتن بر ضد SRBC را سریع‌تر و بیشتر کرد (Selvaraj and Cherian, 2004). در تحقیقی دیگر گزارش شده است که تغذیه سطوح بالای اسیدهای چرب امگا-۳ به وسیله جوجه‌های گوشتی، فعالیت فاگوسیتوزی و تکثیر لمفوسیت‌ها را کاهش داد. تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ منجر به بهبود پاسخ ایمنی می‌شود و به نظر می‌رسد اسیدهای چرب امگا-۳، از خطوط دفاعی مهم بر ضد تومور، عفونت‌های ویروسی، باکتریایی و عفونت‌های دیگر باشد (Al-Khalifa *et al.*, 2012). دانه شاهدانه از منابع مهمی است که هم‌زمان هم دارای درصد قابل توجهی اسید لینولئیک و هم اسید لینولنیک است. بنابراین با توجه به حضور هر دو خانواده اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶، مکانیسم اثر آن بر پاسخ ایمنی می‌تواند از پیچیدگی بیشتری برخوردار باشد.

1. High Density Lipoprotein
2. Triglyceride
3. Low Density Lipoprotein

جدول ۵- اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر عیار پادتن بر ضد SRBC در جوجه‌های گوشتی

Table 5. Effect of extruded hempseed on anti-body titer against SRBC in broiler chicks

| | Hempseed inclusion level (% of diet) | | | | | SEM ¹ | P-value |
|-------|--------------------------------------|------|----|------|------|------------------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| Total | 8.67 | 9.33 | 9 | 9.33 | 8 | 0.63 | 0.56 |
| IgG | 2 | 2.67 | 4 | 3.67 | 2.33 | 0.77 | 0.35 |
| IgM | 6.67 | 6.67 | 5 | 5.67 | 5.67 | 0.70 | 0.42 |

¹SEM: Standard error of means

جدول ۶- اثر سطوح مختلف شاهدانه اکستروود شده بر الگوی لیپیدی پلاسما در جوجه‌های گوشتی

Table 6. Effect of different levels of extruded hempseed on plasma lipid profile in broiler chicks

| Item (mg/dL) ¹ | Hempseed inclusion level (% of diet) | | | | | SEM ² | P-value |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | |
| Total Cholesterol | 152.50 | 143.45 | 145.20 | 126.20 | 139.66 | 11.12 | 0.59 |
| HDL | 51.10 | 63.35 | 68.40 | 60.66 | 66.25 | 5.90 | 0.38 |
| LDL | 92.18 ^a | 74.24 ^{ab} | 71.11 ^b | 57.51 ^b | 66.25 ^b | 6.72 | 0.04 |
| TG | 46.05 | 29.30 | 28.45 | 40.10 | 35.80 | 3.85 | 0.09 |

¹HDL: High density lipoprotein; LDL: Low density lipoprotein; TG: Triglyceride²SEM: Standard error of means

معنی‌دار غلظت HDL خون آنها شد که در مغایرت با نتیجه آزمایش حاضر بود، اما اثر معنی‌داری بر سایر لیپیدهای خون نداشت که از این لحاظ با نتایج این مطالعه مطابقت داشت (Johnson, 2003).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، با توجه به یافته‌های حاصل از این تحقیق، افزودن شاهدانه اکستروود شده تا سطح ۲۰ درصد به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند به کاهش سطح کنگاله سویا و روغن جیره، بدون آنکه اثر منفی بر عملکرد، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌ها داشته باشد، کمک نماید. در هنگام استفاده از سطوح بالای شاهدانه اکستروود شده توجه به محتوای لیزین و آرژنین و توازن بین آنها برای ممانعت از کاهش درصد گوشت سینه پیشنهاد می‌شود.

معمولاً حدود ۹۰ درصد اسیدهای چرب شاهدانه، غیراشباع و از نوع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA^۱) بوده (Callaway, 2004) که از قابلیت هضم بالایی برخوردارند (Leeson and Summers, 2001). کیفیت چربی جیره، غلظت کل لیپیدهای سرم و لیوپروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Mensink and Katan, 1992). به طور کلی، اسیدهای چرب اشباع به عنوان عوامل افزایش‌دهنده و اسیدهای چرب PUFA به عنوان عوامل کاهش‌دهنده غلظت‌های کلسترول سرم، LDL و VLDL شناخته می‌شوند (Viveros et al., 2009). تحقیقات نشان داده است که تغذیه موش‌ها و جوجه‌های گوشتی با دانه شاهدانه میزان LDL را به طور معنی‌داری کاهش و میزان HDL را به طور معنی‌داری افزایش داد (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Karimi and Hayatghaibi, 2007). گزارش شده است که استفاده از سطوح مختلف شاهدانه خام (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) در جیره بلدرچین ژاپنی اثر معنی‌داری بر الگوی لیپیدی سرم خون (کلسترول، HDL، LDL و TG) نداشت (Konca et al., 2014b) که در مطابقت با نتایج حاصل از آزمایش حاضر است. در تحقیقی دیگر، اضافه کردن روغن شاهدانه و کتان به جیره غذایی افراد گیاه‌خوار منجر به افزایش

1. Polyunsaturated fatty acid

2. Very low density lipoprotein

فهرست منابع

- بارانی م، افضل‌لی ن. و حسینی‌اشان س. ج. ۱۳۹۵. اثر شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) بر عملکرد، پاسخ ایمنی هومورال، نیمرخ لیپیدی و وضعیت ضداکسیدانی پلاسما در جوجه‌های گوشتی. نشریه علوم دامی، ۱۱۲: ۱۶۴-۱۵۵.
- حسینی‌اشان، س. ج. و غزنوی ط. ۱۳۹۵. تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم پوسته و تفاله دانه انار با استفاده از خروس‌های بالغ. تولیدات دامی، ۱۸(۳): ۵۲۴-۵۱۳.
- شهرامی ا. و شیوازاد م. ۱۳۹۲. تاثیر اعمال فرآیند حرارتی خشک روی دانه کامل سویا بر فعالیت بازدارنده تریپسین، فعالیت آنزیم اوره آز، حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم و عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجله پژوهش‌های علوم دامی، ۲۳(۴): ۱۲۷-۱۱۵.
- محمودی م، فرهومند پ و آذرفر آ. ۱۳۹۱. اثر سطوح مختلف جیره‌ای شاهدانه (*Cannabis sativa L.*) بر عملکرد، وزن اندام‌های داخلی و میزان کلسترول سرم جوجه‌های گوشتی. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۱(۲): ۱۲۹-۱۲۱.
- هاشمی ر. و جعفری آهنگرانی، ی. ۱۳۸۴. فراسنجه‌های خونی در طیور. چاپ اول، انتشارات هم میهن، قم، ۱۲۰ ص.
- Allan G. L. and Booth M. A. 2004. Effects of extrusion processing on digestibility of peas, lupins, canola meal and soybean meal in silver perch *Bidyanusbidyanus* (Mitchell) diets. *Aquaculture Research*, 35: 981-991.
- Appendino G., Gibbons S., Giana A., Pgani A., Grassi G. and Starvi M. 2008. Antibacterial cannabinoids from *C. sativa*: A structure-activity study. *Journal of Natural Products*, 71: 1427-1430.
- Burel C., Boujard T., Tulli F. and Kaushik S. J. 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rain bow trout (*Oncorhynchusmykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 188: 285-298.
- Callaway J. C. 2004. Hempseed as a nutritional resources: A overview. *Euphytica*, 140: 65-72.
- Collier J. and Vallance P. 1989. Second messenger role for NO widens to nervous and immune systems. *Trends Pharmacology Science*, 10: 427-431.
- Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R. 2004. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, 45(1): 101-108.
- Eriksson M. 2007. Hemp seed cake as a protein feed for growing cattle. MSc. thesis, student report 128. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Environment and health, Skara.
- Fortenbery T. R. and Bennett M. 2004. Opportunities for commercial hemp production. *Review of Agricultural Economics*, 26(1): 97-117.
- Friedewald W. T., Levy R. I. and Fredrickson D. S. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6): 499-502.
- Han Y., Parsons C. M. and Hymowitz T. 1991. Nutritional evaluation of soybean varying in trypsin inhibitor content. *Poultry Science*, 70: 896-906.
- Hassan I. A. G., Elzubeir E. A. and El Tinay A. H. 2003. Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents. *Tropical Animal Health and Production*, 35: 189-196.
- House J. D., Neufeld J. and Leeson G. 2010. Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa L.*) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *Journal of Food Chemistry*, 58: 11801-11807.
- Jahani R. 2009. Immunological responses as affected by dietary protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. *Poultry Science*, 88: 1818-1824.
- Johnson B. J. 2003. Effects of flax and hempseed oils on erythrocyte concentrations of Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic acids in vegetarians. MSc. Thesis. University Hawaii.
- Kalmendal R. 2008. Hemp seed cake fed to broilers. Swedish University of Agricultural Sciences (slu), 9-18.
- Karimi I. and Hayatghaibi H. 2007. Hypercholesterolemic effect of drug-type *Cannabis sativa L.* seed (Marijuana seed) in guinea pig. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(1): 59-62.
- Karus M. and Vogt D. 2004. European hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytic*, 140: 7-12.
- Koch J. E. 2001. delta-9-THC stimulates food intake in lewis rats: Effects on chow, high-fat and sweet high fat diets. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 68: 539-543.
- Konca Y., Cimen B., Yalcin H., Kaliber M. and BuyukkilicBeyzi S. 2014a. Effect of hempseed (*Cannabis sativa sp.*) inclusion to the diet on performance, carcass and antioxidative activity in Japanese quail (*Coturnixcoturnix japonica*). *Korean Journal of Food Science*, 34(2): 141-150.

- Kriese U., Schumann E., Weber W. E., Beyer M., Brühl L. and Matthäus B. 2004. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa L.* genotypes. *Euphytica*, 137: 339-351.
- Krogdahl Å. 1986. Antinutrients affecting digestive functions and performance in poultry. Proceedings of the 7th European Poultry Conference, Paris, France, 239-248.
- Labadan M. C. and Austic R. E. 2001. Lysine and arginine requirement of broiler chickens at Two to Three-week intervals to Eight weeks of age. *Poultry Science*, 80: 599-606.
- Leeson S., and Summers J. D. 2001. Nutrition of the chicken. 4th edition. University books, Guelph. Ontario, Canada.
- Marsman G., Gruppen H., van der Poel A., Kwakkel R., Verstegen M. and Voragen A. 1997. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Science*, 76: 864-872.
- Mensink R. P. and Katan M. B. 1992. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 12: 911-919.
- Mirghelenj S. A., Golian A. G., Kermanshahi H. and Raji A. R. 2013. Nutritional value of wet extruded full-fat soybean and its effects on broiler chicken performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (3): 410-422.
- Moran E. T. and Bilgili S. F. 1990. Processing losses carcass quality, and meat yield of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. *Poultry Science*, 69: 702-710.
- Nielsen De Almeida F. 2013. Effects of the mailard reactions on chemical composition and amino acids digestibility of feed ingredients and on pig growth performance. Ph.D thesis in animal science. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Ravindran V., Cabahug S., Ravindran G. and Bryden W. L. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, 78: 699-706.
- Romarheim O. H., Aslaksen M. A., Storebakken T., Krogdahl A. and Skrede A. 2005. Effect of extrusion on trypsin inhibitor activity and nutrient digestibility of diets based on fish meal, soybean meal and white flakes. *Archives of Animal Nutrition*, 59(6): 365-375.
- Russo R. and Reggiani R. 2015. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 14-22. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.61003>
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Hejdysz M. and Jamroz D. 2016. Effect of extrusion on nutrients digestibility, metabolizable energy and nutritional value of yellow lupine seeds for broiler chickens. *Annals of Animal Science*, 16(4): 1059-1072.
- SAS Institute. 2002. SAS Users Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Selvaraj R. K. and Cherian G. 2004. Dietary n-3 fatty acids reduce the delayed hypersensitivity reaction and antibody production more than n-6 fatty acids in broiler birds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106: 3-10.
- Silversides F. G. and Lefrançois M. R. 2005. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Science*, 46(2): 231-235.
- Sterling K. G., Pesti G. M. and Bakalli R. I. 2003. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. *Poultry Science*, 82: 1939-1947.
- Stratus S. E. 2001. Immunoactive cannabinoids: therapeutic prospects for marijuana constituents. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97: 9363-9364.
- Sung Y., Hotchkiss J. H., Austic R. E. and Dietert R. R. 1991. L-arginine-dependent production of a reactive nitrogen intermediate by macrophages of a uricotelic species. *Journal of Leukocyte Biology*, 50: 49-56.
- Tang C. H., Ten Z., Wang X. S. and Yang X. Q. 2006. Physicochemical and functional properties of Hemp (*Cannabis sativa L.*) protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 8945-8950.
- Thompson G. R., Rosenkrantz H., Schaepfi U. H. and Braude M. C. 1973. Comparison of acute oral toxicity of cannabinoids in rats, dogs and monkeys. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 25(3): 363-372.
- Viveros A., Ortiz L. T., Rodríguez M. L., Rebolé A., Alzueta C., Arija I., Centeno C. and Brenes A. 2009. Interaction of dietary high oleic acid sunflower hulls and different fat sources in broiler chickens. *Poultry Science*, 88: 141-151.
- Wang X. S., Tang C. H., Yang X. Q. and Gao W. R. 2008 Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa L.*) proteins. *Food Chemistry*, 107: 11-18.
- Yaghobfar A. and Boldaji F. 2002. Influence of level of feed input and procedure on metabolizable energy and endogenous energy loss (EEL) with adult cockerels. *British Poultry Science*, 43: 696-704.
- Zollitsch W., Wetscherek W. and Lettner F. 1993. Use of differently processed full-fat soybeans in a diet for pig fattening. *Animal Feed Science and Technology*, 41: 237-246.



Effects of dietary inclusion of extruded hempseed (*Cannabis sativa L.*) on performance, carcass components, humoral immune response and plasma lipid profile of broiler chickens

M. Barani¹, N. Afzali², S. J. Hosseini-Vashan^{3*}

1. Ph.D. student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran

2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran

3. Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, University of Birjand, Birjand, Iran

(Received: 20-05-2016 – Accepted: 25-08-2017)

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of dietary inclusion of extruded hempseed on performance, carcass components, humoral immune response and plasma lipid profile in broiler chicks. A total of 250 one-day male broiler chicks (Ross 308 strain) were distributed into five treatments in a completely randomized design. Each treatment was replicated five times with 10 birds in each replicate. The experimental treatments were: 1) control diet (no extruded hempseed) and, 2, 3, 4 and 5) diets with 5, 10, 15 and 20% of extruded hempseed, respectively. Dietary inclusion of extruded hempseed up to 20% had no negative effects on body weight gain, feed intake and feed conversion ratio. Extruded hempseed inclusion significantly ($P<0.05$) decreased the relative weight of breast muscle, but had no significant effect on other carcass parts. Antibody titers against SRBC and plasma lipid profile, with exception for LDL, were not affected by extruded hempseed. Compared to the control group, LDL decreased in response to dietary inclusion of extruded hempseed. Therefore, dietary inclusion of extruded hempseed up to 20% in broilers diets without any undesirable effects on their production performance, lipid profile and immune response is suggested. However, particular attention needs to be given to the dietary content of lysine and arginine and their optimum ratio to prevent the adverse effect on breast meat.

Keywords: Broiler chicks, Plasma lipid, Extruded hempseed, Performance, Immune response

*Corresponding author: jhosseiniv@birjand.ac.ir