نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۰، بهـار ۱۳۹۵
ص‌ص: ۳~۱۶

کاهش گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا به روش تخمیر حالت جامد و اثرات آن بر عملکرد و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی

- **امین عشایری‌زاده** (نویسنده مسئول)
دانشجوی دکتری تغذیه دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **بهروز دستار**
استاد دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **محمود شمس‌شرق**
دانشیار دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **علیرضا صادقی ماهونک**
دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- **سعید زره‌داران**
دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد.

تاریخ دریافت : بهمن ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۳۹۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۸۷۸۳۳۶
Email: amin.ashayerizadeh@yahoo.com

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی کاهش گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا به روش تخمیر حالت جامد و اثرات آن بر عملکرد و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش انجام شد. تخمیر کنجاله کلزا با کشت مخلوط مایع حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *باسیلوس سابتیلیس* و *آسپرژیلوس نایجر* در نسبت ۱ به ۱/۲ انجام شد. پس از ۲۵ روز تخمیر، مقدار گلوکوزینولات‌ها از ۱۲/۲۱ به ۳/۹۳ میکرومول در گرم کنجاله کاهش یافت. تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار آزمایشی با ٤ تکرار و هر تکرار با ۱۵ جوجه اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایش شامل جایگزینی صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام و یا تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی بودند. نتایج آزمایش نشان دادند که کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با کنجاله کلزای خام در جیره سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شد($P<0/05$) و حتی عملکرد گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری مشابه با گروه تغذیه شده با جیره شاهد بود. چربی محوطه بطنی در تیمارهای حاوی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری کمتر بود ($P<0/05$). جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در چینه‌دان جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای تخمیری به طور معنی‌داری بیشتر ولی جمعیت کلی‌فرم‌ها به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود ($P<0/05$). نتایج نشان دادند که استفاده از کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با کنجاله کلزای خام سبب بهبود عملکرد و تعادل فلور میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی می‌شود و در نتیجه امکان استفاده از کنجاله کلزای تخمیری به عنوان یک منبع پروتئینی جایگزین برای کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تخمیر، جوجه گوشتی، عملکرد، کنجاله کلزا، گلوکوزینولات.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 110 pp: 3-16

Reducing of glucosinolates in rapeseed meal by solid state fermentation and its effects on performance and gastrointestinal microflora population of broiler chickens

Ashayerizadeh, A.[1*] Dastar, B.[2] Shams Shargh, M.[3] Sadeghi Mahoonak, A.R.[4] Zerehdaran, S.[5]
*1: Ph.D Student of Animal Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2:Professor, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3: Associate Professor, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4: Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
5: Associate Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad

Received: January 2015 **Accepted: April 2015**

This experiment was conducted for reducing of glucosinolates in rapeseed meal by solid state fermentation and its effects on performance and gastrointestinal microflora population of broiler chickens. Raw rapeseed meal was fermented with a liquid mixed culture containing *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* and *Aspergillus niger* in a ratio of 1:1.2. After the 25-day fermentation, glucosinolates were reduced from 12.21 to 3.93 mmol/g. A total of 300 Cobb 500 broilers in a completely randomized design were allocated to 5 treatments with 4 replicates of 15 chickens each. Experimental treatments was containing 0, 50 and 100% raw or/and fermented rapeseed meal replaced by soybean meal in diets. The results showed that fermented rapeseed meal compared with raw rapeseed meal improved broiler's performance ($P<0.05$) and even the performance of broilers fed diet containing 50% fermented rapeseed meal was similar to those broilers fed control diet. Abdominal fat was significantly lower in broilers fed fermented rapeseed meal than other treatments ($P<0.05$). Lactic acid bacteria population in crop and coliforms in ileum of broilers fed diets containing fermented rapeseed meal were significantly higher and lower than other groups, respectively ($P<0.05$). The results showed that fermented rapeseed meal compared with raw rapeseed meal improve performance and balance of microbial flora in gastrointestinal tract of broilers and therefore, use of fermented rapeseed meal as a protein source replacement for soybean meal in diets of broilers.

Key words: Fermentation, Broiler, Performance, Rapeseed meal, Glucosinolate

مقدمه

کنجاله سویا به عنوان یک منبع پروتئینی گیاهی ایده‌آل در صنعت طیور مورد استفاده می‌باشد اما قیمت بالا و عدم وفور آن، تلاش برای یافتن منابع جایگزین پروتئینی با کیفیت، ارزان‌تر و قابل دسترس را الزامی نموده است (Laudadio و Tufarelli، ۲۰۱۰؛ Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). کنجاله کلزا می‌تواند جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در جیره غذایی طیور محسوب شود، زیرا دارای ۳۴ تا ۳۸ درصد پروتئین خام بوده و از لحاظ تعادل اسیدهای آمینه ضروری مشابه با کنجاله سویا می‌باشد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵). با این حال، استفاده از کنجاله کلزا در جیره غذایی طیور سبب اختلال در رشد و افزایش نرخ مرگ و میر می‌شود (Fasina و Campbell، ۱۹۹۷؛ McNeill و همکاران، ۲۰۰۴). این امر ناشی از وجود ترکیباتی به نام گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا است. گلوکوزینولات‌ها به وسیله آنزیم مایروزیناز موجود در کلزا هیدرولیز شده و طیف وسیعی از ترکیبات را آزاد می‌کنند. شایع‌ترین ترکیب ایزوتیوسیانات‌ها هستند که سبب کاهش مصرف خوراک، کاهش رشد و بروز گواتر می‌شوند (Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). روش-های مختلفی نظیر پرتودهی، حرارت دادن و یا خیساندن در محلول‌های شیمیایی برای حذف و یا کاهش گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا ارائه شده است اما این روش‌ها مشکل، پرهزینه و گاه

ناکارآمد بوده‌اند (Tripathi و Mishra، ۲۰۰۷). در قرن حاضر، تکنیک تخمیر حالت جامد به عنوان یک راه‌حل مؤثر برای کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای و افزایش زیست فراهمی مواد غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Niba و همکاران، ۲۰۰۹a). در این تکنیک از گونه‌های باکتریایی (نظیر *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*[۱]، *انتروکوکوس فاسیوم*[۲] و *باسیلوس سابتیلیس*[۳])، قارچی (نظیر *آسپرژیلوس نایجر*[۴] و *آسپرژیلوس اوریزا*[۵]) و مخمر (نظیر *ساکارومایسس سرویزیه*[۶]) جهت پیش‌برد اهداف تخمیر بهره می‌برند. نتایج مثبت استفاده از تکنیک تخمیر میکروبی جهت حذف و یا کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای نظیر بازدارنده تریپسین و گوسیپول به ترتیب در کنجاله سویا (Hong و همکاران، ۲۰۰۴) و کنجاله پنبه‌دانه (Zhang و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش شده است. همچنین Vig و Walia (۲۰۰۱) گزارش کردند که میزان گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزای تخمیر شده به کمک قارچ *ریزوپوس الیگوسپوروس*[۷] به میزان قابل توجهی نسبت به کنجاله کلزای خام کاهش یافته بود.

از سوی دیگر، مطالعات پیرامون استفاده از خوراک‌های تخمیری در تغذیه طیور محدود است و اثرات آن‌ها نیز بر عملکرد متناقض می‌باشد. برای مثال در آزمایش Feng و همکاران (۲۰۰۷)، استفاده از خوراک‌های تخمیری در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود افزایش وزن جوجه‌های گوشتی شد. در مقابل گزارش شده است که عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های تخمیری در سن ۵ تا ۶ هفتگی به طور چشمگیری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت (Mathivanan و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین، با توجه به این‌که تاکنون در ایران هیچ مطالعه‌ای پیرامون استفاده از کنجاله کلزای فرآوری شده به روش تخمیر میکروبی در تغذیه جوجه گوشتی انجام نشده است و مطالعات خارج از کشور نیز در این زمینه محدود می‌باشد، این آزمایش به منظور بررسی کاهش گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا به روش تخمیر حالت جامد و اثرات آن بر عملکرد و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، باکتری‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*[۸] PTCC1643 و *باسیلوس سابتیلیس* PTCC1156 و همچنین قارچ *آسپرژیلوس نایجر* PTCC5010 به شکل ویال‌های لئوفیلیزه از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و به ترتیب با استفاده از محیط‌های کشت MRS-agar[۹] و Nutrient-agar در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و PDA[۱۰] در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد فعال‌سازی شدند. تهیه کشت آغازگر از باکتری‌ها و قارچ، به ترتیب با استفاده از محیط‌های MRS-broth[۱۱] و PDA در طی گرمخانه گذاری در دماهای ۳۷ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. پیش از شروع تخمیر، جهت مشخص شدن دقیق تأثیر میکروارگانیسم‌های مذکور بر میزان گلوکوزینولات‌ها، کنجاله کلزا در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو شد تا آنزیم تجزیه کننده گلوکوزینولات‌ها (مایروزیناز) غیرفعال گردد (Vig و Walia، ۲۰۰۱). سپس به هر کیلوگرم از کنجاله کلزا، ۱/۲ لیتر از ترکیب آب مقطر و کشت آغازگر (حاوی حداقل 10^5 واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخزن ویژه (دارای سوپاپ یک‌طرفه جهت خروج گازهای تولید شده و ممانعت از ورود هوا) در مدت ۲۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تخمیر شد. نهایتاً، کنجاله کلزای تخمیر شده به مدت ۳ روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. مقدار گلوکوزینولات‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی با کارآیی بالا و بر اساس اندازه‌گیری گلوکز حاصل از شکسته شدن گلوکوزینولات به وسیله آنزیم مایروزیناز تعیین شد (Quinsac و همکاران، ۱۹۹۱). مقدار گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزای خام و تخمیری بر مبنای آزمون T و با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) تجزیه و تحلیل شد.

تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه سویه کاب ۵۰۰ در ۲۰ واحد آزمایشی توزیع شدند. نیازهای تغذیه‌ای جوجه‌ها از جداول احتیاجات سویه (Cobb-Vantress، ۲۰۱۲) استخراج و جیره‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار UFFDA[۱۲] تنظیم شدند.

بنابراین تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره ذرت-کنجاله سویا (تیمار شاهد)، ۲- جیره ذرت-۵۰ درصد کنجاله کلزای خام جایگزین کنجاله سویا، ۳- جیره ذرت-۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام جایگزین کنجاله سویا، ۴- جیره ذرت-۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری جایگزین کنجاله سویا و ۵- جیره ذرت-۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری جایگزین کنجاله سویا بودند که به هر تیمار ۴ تکرار متشکل از ۱۵ قطعه جوجه گوشتی اختصاص یافت. مشخصات ترکیب جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. در طی آزمایش، آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داشت و دمای سالن و سایر موارد مدیریتی پرورش بر اساس راهنمای سویه بود. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره‌های مختلف پرورش اندازه‌گیری شدند.

در روز ۲۲ دوره پرورش، از هر واحد آزمایشی یک قطعه جوجه به منظور بررسی جمعیت میکروبی دستگاه گوارش انتخاب و به روش جابجایی مهره گردن کشتار شد. پس از ضدعفونی سطح شکمی لاشه، دستگاه گوارش خارج شد. سپس چینه‌دان و ایلئوم (از زایده مکل تا محل اتصال سکوم) جدا و از محتویات و مخاط درونی بخش‌های مذکور نمونه‌گیری شد. برای تعیین جمعیت میکروبی، ۱ گرم از محتویات چینه‌دان و ایلئوم برداشته و جهت ساخت سری رقیق سازی از محلول پپتون واتر استفاده شد. نهایتاً ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های مناسب چینه‌دان و ایلئوم به ترتیب بر روی پلیت‌های حاوی محیط‌های اختصاصی MRS-agar (برای شناسایی باکتری‌های اسید لاکتیکی) و VRBA[13] (برای شناسایی کلی‌فرم‌ها) کشت داده شد. کشت باکتری‌های اسید لاکتیکی و کلی‌فرم به صورت بی‌هوازی انجام شد و برای شمارش جمعیت کل باکتری‌های بی‌هوازی چینه‌دان و ایلئوم از محیط کشت PCA[14] استفاده گردید. پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از شمارش تعداد کلنی‌ها در هر پلیت، عدد حاصل در عکس رقت ضرب و نتیجه به عنوان تعداد واحد تشکیل کلنی در یک گرم نمونه گزارش شد (Dabiri و همکاران، ۲۰۰۹). برای اندازه‌گیری pH، ۱ گرم از محتویات چینه‌دان و ایلئوم برداشته و به ۲ میلی‌لیتر آب مقطر منتقل شد و سپس میزان pH به وسیله pHمتر تعیین گردید (Izat و همکاران، ۱۹۹۰).

در پایان آزمایش (۴۲ روزگی)، ۲ قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی که از نظر وزنی تا حد ممکن نزدیک به میانگین وزن آن واحد آزمایش بود، انتخاب و ذبح شدند. پس از کشتار و پوست-کنی به صورت دستی، تفکیک لاشه (لاشه قابل طبخ، سینه، ران، چربی بطنی، طحال، قلب و بورس‌فابریسیوس) انجام شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر تخمیر میکروبی بر میزان گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا

همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، بکارگیری تکنیک تخمیر میکروبی به طور مؤثری سبب کاهش میزان گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزای تخمیری نسبت به کنجاله کلزای خام شد ($P<0/05$). Chiang و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که میزان گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزای تخمیر شده به کمک *لاکتوباسیلوس فرمنتوم*، *باسیلوس سابتیلیس*، *ساکارومایسس سرویزیه* و *انتروکوکوس فاسیوم* به میزان قابل توجهی نسبت به کنجاله کلزای خام کاهش یافته است. همچنین در مطالعه‌ی Xu و همکاران (۲۰۱۲)، میزان ایزوتیوسیانات‌ها در کنجاله کلزای تخمیر شده طی ۳۰ روز تخمیر با استفاده از باکتری‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *باسیلوس سابتیلیس* از ۱۰۸/۷ به ۱۳/۱ میلی‌مول در هر کیلوگرم کنجاله کاهش یافت. در طی فرآیند تخمیر میکروبی، ترکیب کربوهیدراتی بستر (کنجاله کلزا) در نتیجه فعالیت‌های متابولیسمی میکروارگانیسم‌ها دستخوش تغییر می‌شود (Ahmed و همکاران، ۲۰۱۴). از این‌رو، کاهش گلوکوزینولات‌ها و متابولیت‌های ناشی از آن در زمان تخمیر به مصرف گلوکز و گوگرد این ترکیبات توسط میکروارگانیسم‌ها تعمیم داده شده است (Vig و Walia، ۲۰۰۱).

تأثیر کنجاله کلزای تخمیری بر عملکرد

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان دادند که جایگزینی کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با کنجاله کلزای خام در جیره غذایی سبب بهبود افزایش وزن شد (P<۰/۰۵) و حتی افزایش وزن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری بسیار نزدیک به افزایش وزن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد در دوره‌های مختلف پرورش بود. اختلاف معنی‌داری میان افزایش وزن در گروه دریافت کننده جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری و گروه دریافت کننده جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام مشاهده نشد(P>۰/۰۵). جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام کمترین افزایش وزن را در دوره‌های مختلف پرورش نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی داشتند (P<۰/۰۵). با وجود این‌که جایگزینی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام و یا ۵۰ و ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک در دوره‌های مختلف پرورش نداشت (P>۰/۰۵) اما با جایگزینی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام در جیره، مصرف خوراک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (P<۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های شاهد و ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با سایر گروه‌ها در دوره‌های مختلف پرورش به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت (P<۰/۰۵) اما اختلاف معنی‌داری بین این دو گروه آزمایشی وجود نداشت (P>۰/۰۵). بالاترین ضریب تبدیل خوراک در گروه دریافت کننده جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام مشاهده شد (P<۰/۰۵). بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

در مقایسه با کنجاله سویا، تغذیه کنجاله کلزای خام به جوجه‌های گوشتی سبب کاهش مصرف خوراک و اختلال در رشد می‌شود (Svetina و همکاران، ۲۰۰۳). مشابه با نتایج مطالعات McNeill و همکاران (۲۰۰۴) و طغیانی و همکاران (۲۰۰۹)، جایگزینی کنجاله کلزای خام با کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در آزمایش حاضر نیز سبب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک (۱۰۰ درصد جایگزینی) و افزایش وزن (۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی) در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد (بر پایه ذرت-کنجاله سویا) شد. این امر در ارتباط با وجود ترکیباتی به نام گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا است. گلوکوزینولات‌ها به وسیله آنزیم مایروزیناز موجود در کنجاله کلزا و یا آنزیم‌های میکروبی دستگاه گوارش طیور هیدرولیز شده و طیف وسیعی از ترکیبات (نظیر ایزوتیوسیانات‌ها، نیتریل‌ها، تیوسیانات‌ها و اکسی زولیدیسین) را آزاد می‌کنند. ایزوتیوسیانات-ها مهم‌ترین این ترکیبات هستند که سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش رشد می‌شوند (Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). از دیگر دلایل کاهش عملکرد رشد هنگام استفاده کنجاله کلزای خام در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌توان به ضریب هضم پروتئین و قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه پایین‌تر کنجاله کلزا نسبت به کنجاله سویا (Xu و همکاران، ۲۰۱۲) و همچنین عدم توازن لیزین- آرژنین در زمان استفاده مقادیر بالای آن در جیره (Summers و Leeson، ۱۹۷۸) اشاره کرد.

در آزمایش حاضر، نتایج حاصل از جایگزینی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به کنجاله کلزای خام در جیره بر عملکرد جوجه-های گوشتی مثبت بود. به طوری که مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در گروه دریافت کننده جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری اختلاف معنی‌داری با گروه دریافت کننده جیره شاهد نداشت. Chiang و همکاران (۲۰۱۰) و Xu و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تفاوت چشمگیری میان افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد و جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کلزای خام وجود دارد اما این اختلاف نسبت به گروه دریافت کننده جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری معنی‌دار نیست. همچنین جایگزینی سطوح ۳۳، ۶۷

و ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری با کنجاله سویا در جیره جوجه اردک‌ها در فاصله سنین ۱۵ تا ۴۵ روزگی تأثیری بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت اما مصرف خوراک روزانه را افزایش داد (Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). سه دلیل عمده می‌توان برای توضیح بهبود عملکرد در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با کنجاله کلزای خام ذکر نمود. نخستین و اصلی‌ترین دلیل در ارتباط با کاهش مقدار گلوکوزینولات‌ها و مشتقات آن‌ها (به ویژه ایزوتیوسیانات‌ها) در طی فرآیند تخمیر میکروبی است (Chiang و همکاران، ۲۰۱۰). دوم، ارتقاء کیفی سطح تغذیه‌ای کنجاله کلزای تخمیری از طریق افزایش قابلیت هضم‌پذیری اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی مفید (نظیر پپتیدهای کوچک) (Sun و همکاران، ۲۰۱۲) و نهایتاً، فراهم شدن بهداشت و سلامت دستگاه گوارش پرنده از طریق بهبود تعادل فلور میکروبی به وسیله pH پایین (به دلیل وجود اسید تولید شده در زمان تخمیر) و غنی بودن این کنجاله تخمیری از باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌باشد (Paton و همکاران، ۲۰۰۶؛ Niba و همکاران، $_{a}$۲۰۰۹).

تأثیر کنجاله کلزای تخمیری بر خصوصیات لاشه

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ گزارش شده است. در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد و جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری وزن لاشه قابل طبخ و سینه به طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه-های آزمایشی بود (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین وزن ران به ترتیب در گروه‌های دریافت کننده جیره شاهد و جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام مشاهده شد. همچنین، اختلاف معنی-داری میان وزن ران در گروه‌های تغذیه شده با جیره شاهد و جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری، جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری و جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام، و جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام و جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری وجود نداشت (P>۰/۰۵). مقدار چربی محوطه بطنی به طور قابل توجهی در تیمارهای حاوی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به سایر تیمارها کمتر بود (P<۰/۰۵) و بیشترین مقدار چربی محوطه بطنی به تیمار شاهد اختصاص داشت. وزن طحال، قلب و بورس‌فابریسیوس تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵).

همان طور که قابل انتظار است ترکیب لاشه (وزن لاشه قابل طبخ، سینه و ران) در جوجه‌های گوشتی که از عملکرد رشد بالاتری برخوردار می‌باشند، بهتر بود. با این وجود، مسئله حائز اهمیت در ترکیب لاشه، کاهش مقدار چربی محوطه بطنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای تخمیری است. پیشتر اشاره شد که خوراک‌های تخمیری دارای باکتری‌های اسید لاکتیکی هستند که می‌توانند اثرات مثبتی بر سلامت حیوان داشته باشند. باکتری‌های اسید لاکتیکی با کاهش فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز میزان ساخت چربی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آنزیم استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز، آنزیم محدود کننده سرعت ساخت اسیدهای چرب در کبد است. با کاهش فعالیت این آنزیم، ساخت اسیدهای چرب کاهش می‌یابد و در نتیجه اسید چرب لازم جهت استریفیکاسیون به تری‌گلیسرید برای ذخیره‌سازی در بافت چربی محدود می‌شود. بنابراین میزان بافت چربی (به ویژه در قسمت بطنی) در لاشه کاهش می‌یابد (Kalavathy و همکاران، ۲۰۰۳).

تأثیر کنجاله کلزای تخمیری بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی چینه‌دان و ایلئوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۷ ارائه شده است. استفاده از جیره-های حاوی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به جیره شاهد و جیره-های حاوی کنجاله کلزای خام سبب کاهش pH در بخش‌های چینه‌دان و ایلئوم شد (P<۰/۰۵). جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در چینه‌دان و کلی‌فرم‌ها در ایلئوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای تخمیری به ترتیب به طور معنی‌داری بیشتر و کمتر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). همچنین جمعیت کل باکتری‌های بی‌هوازی در تیمارهای حاوی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی به طور معنی‌داری در چینه‌دان و ایلئوم کمتر بود (P<۰/۰۵).

Chiang و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در سکوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد و جیره حاوی ۱۰ درصد کنجاله کلزای خام به طور قابل توجهی بیشتر بود. در آزمایش Sun و همکاران (۲۰۱۳)، جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی سبب افزایش لاکتوباسیلوس‌ها و کاهش کلی‌فرم‌ها در سکوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی شد. Engberg و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی تأثیر تغذیه خوراک‌های تخمیر شده بر فلور میکروبی دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان داشتند که تغذیه خوراک‌های تخمیری در مرغ‌های تخم‌گذار سبب افزایش باکتری‌های اسید لاکتیکی در چینه‌دان و کاهش جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم در ایلئوم می‌شود. فعالیت‌های میکروبی در دستگاه گوارش تأثیر بسزایی بر عملکرد و سلامت عمومی جوجه‌های گوشتی دارد (Niba و همکاران، ۲۰۰۹b). خوراک‌های تخمیری به واسطه غلظت بالای اسید لاکتیک و حضور باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌توانند سبب ایجاد تعادل در فلور میکروبی دستگاه گوارش دام میزبان شوند. این قبیل خوراک‌ها با اسیدی کردن قسمت‌های فوقانی دستگاه گوارش (به ویژه چینه‌دان) علاوه بر حفظ بهداشت و سلامت آن‌ها سبب فراهم نمودن شرایط محیطی لازم برای استقرار و رشد باکتری‌های مفید نظیر باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌شوند. جمعیت میکروبی مفید شکل گرفته از طریق کاهش pH دستگاه گوارش (با تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به ویژه اسید لاکتیک و اسید استیک) و همچنین پدیده حذف رقابتی تشکیل یک سد طبیعی در برابر عفونت‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا نظیر سالمونلا و کلی‌فرم‌ها را می‌دهد (Engberg و همکاران، ۲۰۰۹). شایان ذکر است این ویژگی منحصربفرد خوراک‌های تخمیری بسیار شبیه به نقش پروبیوتیک‌ها در بهبود سلامت دستگاه گوارش می‌باشد (Paton و همکاران، ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این آزمایش می‌توان اظهار داشت که تکنیک تخمیر میکروبی روشی کارآمد و مؤثر برای کاهش گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا می‌باشد. استفاده از کنجاله کلزای تخمیری در مقایسه با کنجاله کلزای خام در تغذیه جوجه-های گوشتی سبب بهبود عملکرد و فلور میکروبی دستگاه گوارش آن‌ها شد. همچنین عملکرد جوجه‌های دریافت کننده جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری مشابه با جیره حاوی کنجاله سویا (جیره شاهد) بود. بنابراین، با توجه به نتایج مثبت تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر عملکرد و سلامت عمومی جوجه‌های گوشتی می‌توان این منبع پروتئینی فرآوری شده را به عنوان جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی مدنظر قرار داد.

پاورقی‌ها

1- *Lactobacillus plantarum*
2- *Enterococcus faecium*
3- *Bacillus subtilis*
4- *Aspergillus niger*
5- *Aspergillus oryzae*
6- *Saccharomyces cerevisiae*
7- *Rhizopus oligosporus*
8- *Lactobacillus acidophilus*
9- Modified Rogosa Agar (MRS-agar)
10- Potato Dextrose Agar (PDA)
11- Modified Rogosa broth (MRS-broth)
12- User Friendly Feed Formulation Done Again (UFFDA)
13- Violet Red Bile Agar (VRBA)
14- Plate Count Agar (PCA)

جدول ۱- ترکیب جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد) و ترکیب شیمیایی آن‌ها

	جیره ۱۰-۱ روزگی			
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری	
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰
ذرت	۵۸/۶۳	۵۴/۵۵	۵۰/۴۸	۵۶/۳۲	۵۴/۰۳
کنجاله سویا (۴۳/۲۰٪ پروتئین خام)	۳۰/۷۱	۱۵/۳۶	–	۱۵/۳۶	–
کنجاله کلزای خام (۳۷/۵۵٪ پروتئین خام)	–	۱۸/۵۲	۳۷/۰۴	–	–
کنجاله کلزای تخمیری (۴۰/۲۳٪ پروتئین خام)	–	–	–	۱۶/۹۴	۳۳/۸۸
کنجاله گلوتن ذرت	۳	۳	۳	۳	۳
پودر ماهی	۲	۲	۲	۲	۲
روغن آفتابگردان	۱/۹۳	۳/۰۷	۴/۲۱	۲/۷۸	۳/۶۳
کربنات کلسیم	۱/۰۱	۰/۸۳	۰/۶۶	۰/۸۵	۰/۶۹
دی‌کلسیم فسفات	۱/۳۵	۱/۳۰	۱/۲۴	۱/۳۱	۱/۲۷
نمک	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
متیونین	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۱
لیزین	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۴۷
ترئونین	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۷
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/Kg)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
کلسیم	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹
فسفر قابل دسترس	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰
متیونین	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۵۳
اسیدهای آمینه گوگرددار	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷
ترئونین	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵

۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.

۲) هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

جدول ۲- ترکیب جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد) و ترکیب شیمیایی آن‌ها

	جیره ۲۲-۱۱ روزگی			
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰
ذرت	۶۰/۶۳	۵۶/۹۷	۵۳/۵۱	۵۸/۵۶	۵۶/۴۶
کنجاله سویا (۴۳/۲۰٪ پروتئین خام)	۲۸/۰۳	۱۴/۱۲	–	۱۴/۰۱	–
کنجاله کلزای خام (۳۷/۵۵٪ پروتئین خام)	–	۱۶/۷۸	۳۳/۵۶	–	–
کنجاله کلزای تخمیری (۴۰/۲۳٪ پروتئین خام)	–	–	–	۱۵/۴۶	۳۰/۹۲
کنجاله گلوتن ذرت	۳	۳	۳	۳	۳
پودر ماهی	۲	۲	۲	۲	۲
روغن آفتابگردان	۲/۹۰	۳/۹۳	۴/۹۳	۳/۶۷	۴/۴۵
کربنات کلسیم	۰/۹۶	۰/۸۰	۰/۶۴	۰/۸۱	۰/۶۶
دی‌کلسیم فسفات	۱/۲۵	۱/۱۹	۱/۱۴	۱/۲۱	۱/۱۷
نمک	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
متیونین	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۰۷
لیزین	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۳۹
ترئونین	۰/۰۱	–	–	۰/۰۲	۰/۰۳
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/Kg)	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
کلسیم	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴
فسفر قابل دسترس	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸
متیونین	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۴۷
اسیدهای آمینه گوگرددار	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹
ترئونین	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸

۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.

۲) هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

جدول ۳- ترکیب جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد) و ترکیب شیمیایی آن‌ها

	جیره ۴۲-۲۳ روزگی			
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰
ذرت	۶۴/۴۲	۶۱/۳۰	۵۸/۴۵	۶۲/۶۳	۶۰/۸۴
کنجاله سویا (۴۳/۲۰٪ پروتئین خام)	۲۳/۸۷	۱۲/۰۶	–	۱۱/۹۳	–
کنجاله کلزای خام (۳۷/۵۵٪ پروتئین خام)	–	۱۴/۲۴	۲۸/۴۸	–	–
کنجاله کلزای تخمیری (۴۰/۲۳٪ پروتئین خام)	–	–	–	۱۳/۱۷	۲۶/۳۳
کنجاله گلوتن ذرت	۳	۳	۳	۳	۳
پودر ماهی	۲	۲	۲	۲	۲
روغن آفتابگردان	۳/۶۰	۴/۴۷	۵/۳۱	۴/۲۶	۴/۹۲
کربنات کلسیم	۰/۸۸	۰/۷۵	۰/۶۱	۰/۷۶	۰/۶۳
دی‌کلسیم فسفات	۱/۰۹	۱/۰۵	۱/۰۱	۱/۰۶	۱/۰۳
نمک	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی‌اکسیدان	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
متیونین	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۷
لیزین	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۳۲
ترئونین	۰/۰۱	–	–	۰/۰۲	۰/۰۳
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/Kg)	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام	۱۸/۵۰	۱۸/۵۰	۱۸/۵۰	۱۸/۵۰	۱۸/۵۰
کلسیم	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶
فسفر قابل دسترس	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
سدیم	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
لیزین	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶
متیونین	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۷	۰/۴۴
اسیدهای آمینه گوگرددار	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳
ترئونین	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱

۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.

۲) هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

جدول ٤- مقایسه میانگین تأثیر تخمیر میکروبی بر سطح گلوکوزینولات‌ها (میکرومول در گرم) در کنجاله کلزا

	کلزای خام	کلزای تخمیری	معیار خطا	سطح احتمال
گلوکوزینولات‌ها	۱۲/۲۱[a]	۳/۹۳[b]	۰/۰۳	<۰/۰۰۰۱

[a,b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ٥- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

	تیمارها						
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری		معیار خطا	سطح احتمال
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰		
۱۰-۱ روزگی							
افزایش وزن (گرم)	۱۴۰/۱۶[a]	۱۳۱/۴۱[b]	۱۱۷/۸۳[c]	۱۳۸/۹۱[a]	۱۳۰/۱۶[b]	۰/۴۴	<۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۱۶۹/۹۱[a]	۱۷۱/۴۱[a]	۱۶۵[b]	۱۷۰/۸۳[a]	۱۷۱/۵۸[a]	۰/۵۱	<۰/۰۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک	۱/۲۱[c]	۱/۳۰[b]	۱/۴۰[a]	۱/۲۲[c]	۱/۳۱[b]	۰/۰۰۶	<۰/۰۰۰۱
۲۲-۱۱ روزگی							
افزایش وزن (گرم)	۸۰۵/۴۱[a]	۷۷۵/۲۱[b]	۶۸۳/۸۹[c]	۷۹۶/۱۷[a]	۷۶۷/۴۲[b]	۴/۵۶	<۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۱۲۴۲/۹۷[a]	۱۲۵۱/۰۶[a]	۱۲۲۲/۵۵[b]	۱۲۴۴/۵۷[a]	۱۲۴۹/۰۸[a]	۵/۹۸	۰/۰۲
ضریب تبدیل خوراک	۱/۵۴[c]	۱/۶۱[b]	۱/۷۸[a]	۱/۵۶[c]	۱/۶۲[b]	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱
۴۲-۲۳ روزگی							
افزایش وزن (گرم)	۱۳۰۲/۶۹[a]	۱۲۰۰/۶۷[b]	۹۹۴/۵۱[c]	۱۲۹۸/۶۵[a]	۱۱۹۵/۰۹[b]	۳/۲۱	<۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۲۹۲۶/۹۲[a]	۲۹۳۴/۹۰[a]	۲۸۸۵/۷۶[b]	۲۹۳۴/۹۰[a]	۲۹۳۵/۱۹[a]	۳/۳۸	<۰/۰۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک	۲/۲۴[c]	۲/۴۴[b]	۲/۹۰[a]	۲/۲۶[c]	۲/۴۵[b]	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱

[a-c] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ٦- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی (بر حسب گرم)

	تیمارها						
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری		معیار خطا	سطح احتمال
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰		
لاشه قابل طبخ	۱۳۷۳/۷۵[a]	۱۲۰۳/۷۵[b]	۹۹۲/۵۰[c]	۱۳۱۵/۰۰[a]	۱۱۹۱/۲۵[b]	۳۴/۶۹	<۰/۰۰۰۱
سینه	۵۲۱/۰۰[a]	۴۸۰/۰۰[b]	۳۷۱/۷۵[c]	۵۱۳/۲۵[a]	۴۸۲/۵۰[b]	۵/۵۵	<۰/۰۰۰۱
ران	۴۴۵/۵۰[a]	۴۲۹/۰۰[bc]	۳۳۴/۲۵[d]	۴۳۸/۷۵[ab]	۴۲۲/۷۵[c]	۳/۷۰	<۰/۰۰۰۱
چربی بطنی	۴۶/۱۹[a]	۳۹/۴۳[ab]	۳۴/۵۲[b]	۲۵/۲۵[c]	۲۳/۰۶[c]	۳/۰۲	۰/۰۰۰۳
طحال	۲/۸۱	۳/۱۲	۲/۳۶	۳/۰۳	۲/۸۸	۰/۲۴	۰/۲۶
قلب	۱۲/۷۰	۱۲/۳۴	۱۱/۵۳	۱۲/۵۲	۱۲/۲۷	۰/۴۰	۰/۳۳
بورس‌فابریسیوس	۲/۱۷	۲/۱۸	۱/۹۱	۲/۳۱	۲/۲۰	۰/۱۲	۰/۲۵

[a-c] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۷- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر pH و جمعیت میکروبی (log_{10} CFU/g) دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی

	تیمارها						
	شاهد	کلزای خام		کلزای تخمیری		معیار خطا	سطح احتمال
		٪۵۰	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۱۰۰		
چینه‌دان							
pH	۴/۶۱^{a}	۴/۶۵^{a}	۴/۷۳^{a}	۴/۴۱^{b}	۴/۳۵^{b}	۰/۰۵	۰/۰۰۰۹
کل باکتری‌های بی‌هوازی	۶/۵۴^{ab}	۶/۶۳^{ab}	۶/۷۶^{a}	۶/۳۴^{b}	۶/۲۵^{b}	۰/۱۳	۰/۰۴
باکتری‌های اسید لاکتیکی	۶/۹۳^{b}	۶/۷۳^{b}	۶/۶۸^{b}	۷/۳۷^{a}	۷/۴۸^{a}	۰/۰۸	<۰/۰۰۰۱
ایلئوم							
pH	۶/۴۱^{a}	۶/۴۵^{a}	۶/۵۶^{a}	۶/۲۳^{b}	۶/۲۲^{b}	۰/۰۵	۰/۰۰۱
کل باکتری‌های بی‌هوازی	۷/۱۰^{a}	۷/۲۲^{a}	۷/۲۴^{a}	۶/۹۳^{b}	۶/۸۶^{b}	۰/۰۵	۰/۰۰۰۲
کلی‌فرم‌ها	۴/۹۴^{a}	۵/۰۴^{a}	۵/۱۲^{a}	۴/۷۱^{b}	۴/۶۵^{b}	۰/۰۷	۰/۰۰۰۹

^{a,b} در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

منابع

پوررضا، ج.، صادقی، ق. و مهری، م. (۱۳۸۵). تغذیه مرغ (چاپ اول)، انتشارات ارکان دانش (ترجمه). ص ۵۴۶، ۵۴۷ و ۵۴۸.

Ahmed, A., Zulkifli, I., Farjam, A.S., Abdullah, N., Liang, J.B. and Awad, E.A. (2014). Extrusion enhances metabolizable energy and ileal amino acids digestibility of canola meal for broiler chickens. *Italian journal of animal science*. 13: 410-414.

Dabiri, N., Ashayerizadeh, A., Ashayerizadeh, O., Mirzadeh, K.H., Roshanfekr, H., Bojarpour, M. and Ghorbani, M.R. (2009). Comparison effects of several growth stimulating additives on performance responses and microbial population in crop and ileum of broiler chickens on their 21st day of life. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8: 1509-1515.

Chiang, G., Lu, W.Q., Piao, X.S., Hu, J.K. Gong, L.M. and Thacker, P.A. (2010). Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 23: 263-271.

Cobb-Vantress. (2012). Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement. http://www.cobb-vantress.com.

Engberg, R.M., Hammershoj, M., Johansen, N.F., Abousekken, M.S., Steenfeldt, S. and Jensen, B.B. (2009). Fermented feed for laying hens: effects on egg production, egg quality, plumage condition and composition and activity of the intestinal microflora. *British Poultry Science*. 2: 228-239.

Fasina, Y.O. and Campbell, G.L. (1997). Whole canola/pea and whole canola/canola meal blends in diets for broiler chickens 2. Determination of optimal inclusion levels. *Canadian Journal of Animal Science*. 77: 191-195.

Fazhi, X., Lvmu, L., Jiaping, X., Kun, Q., Zhide, Z. and Zhangyi, L. (2011). Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 24: 678-684.

Feng, J., Liu, X., Liu, Y.Y., Xu, Z.R. and Lu, Y.P. (2007). Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Journal of Animal Feed Science Technology*. 134: 235-242.

Hong, K.I., Lee, C.H. and Kim, S.W. (2004). Aspergillus oryzae GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and soybean meal. *Journal of Medicinal Food*. 7: 430-436.

Izat, A.L., Tidwell, N.M., Thomas, R.A., Reiber, M.A., Adams, M.H., Colberg, M. and Waldroup, P.W. (1990). Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chicken and on microflora of the intestine and carcass. *Poultry Science*. 69: 818-826.

Kalavathy, R., Abdullah, N., Jalaludin, S. and Ho, Y.W. (2003). Effects of lactobacillus cultures on growth performance, abdominal fat deposition, serum lipids and weight of organs of broiler chickens. *British Poultry Science*. 44: 139-144.

Laudadio, V. and Tufarelli, V. (2010). Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (*Pisum sativum cv. Spirale*) as a substitute of soybean meal. *Poultry Science*. 89: 1537-1543.

McNeill, L., Bernard, K. and MacLeod, M.G. (2004). Food intake, growth rate, food conversion and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal with observations of the resulting poultry meat. *British Poultry Science*. 45: 519-523.

Mathivanan, R., Selvaraj, P. and Nanjappan, K. (2006). Feeding of fermented soybean meal on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*. 5: 868-872.

Niba, A.T., Beal, J.D., Kudi, A.C. and Brooks, P.H. (2009a). Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. *African Journal of Biotechnology*. 8: 1758-1767.

Niba, A.T., Beal, J.D., Kudi, A.C. and Brooks, P.H. (2009b). Bacterial fermentation in the gastrointestinal tract of non-ruminants: influence of fermented feeds and fermentable carbohydrates. *Tropical Animal Health and Production*. 41: 1393-1407.

Paton, A.W., Morona, R. and Paton, J.C. (2006). Designer probiotics for prevention of enteric infections. *Nature Reviews Microbiology*. 4: 193-200.

Quinsac, A., Ribailler, D., Elfkir, C., Lafosse, M. and Dreux, M. (1991). A new approach to the study of glucosinolate by isocratic liquid chromatogramphy: Part I. Rapid determination of desulfated derives of rapeseed glucosinolates. *The Journal of AOAC International*. 74: 932-939.

SAS Institute, SAS User's Guide. (2003). Version 9.1 edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Summers, J.D. and Leeson, S. (1978). Feeding value and amino acid balance of low glucosinolate *Brassica napus* (Cv. Tower) rapeseed meal. *Poultry Science*. 57: 235-241.

Sun, H., Tang, J.W., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X. and Feng, J. (2012). Improvement of the nutritional quality of cottonseed meal by *Bacillus subtilis* and the addition of papain. *International Journal of Agriculture and Biology*. 14: 563-568.

Sun, H., Tang, J., Yao, X., Wu, Y., Wang, X. and Feng, J. (2013). Effects of dietary inclusion of fermented cottonseed meal on growth, cecal microbial population, small intestinal morphology, and digestive enzyme activity of broilers. *Tropical Animal Health and Production*. 45: 987-993.

Svetina, A., Jerkovic, I., Vrabac, L. and Curic, S. (2003). Thyroid function, metabolic indices and growth performance in pigs fed 00-rapeseed meal. *Acta Veterinaria Hungarica*. 51: 283-295.

Toghyani, M., Mohammadsalehi, A., Gheisari, A. and Tabeidian, S.A. (2009). The effect of low-glucosinolate rapeseed meal in diets with multi-enzyme supplement on

performance and protein digestibility in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*. 18: 313-321.

Tripathi, M.K. and Mishra, A.S. (2007). Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 13: 21-27.

Vig, A.P. and Walia, A. (2001). Beneficial effects of *Rhizopus oligosorus* fermentation on reduction of glucosinolates, fibre and phytic acid in rapeseed (*Brassica napus*) meal. *Bioresource Technology*. 78: 309-312.

Xu, F.Z., Zeng, X.G. and Ding, X.L. (2012). Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 25: 1734-1741.

Zhang, W., Xu, Z., Sun, J. and Yang, X. (2006). A study on the reduction of gossypol levels by mixed culture solid substrate fermentation of cottonseed meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 19: 1314-1321.