

تأثیر تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر کاهش جمعیت سالمونلا در 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 شمس شرق

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

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۸۷۸۳۳۶

• سعید زره‌داران

استاد گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: amin.ashayerizadeh@yahoo.com

چکیده

این آزمایش، به منظور بررسی تأثیر تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر کاهش جمعیت سالمونلا در جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی سوبه کاب ۵۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۶ تیمار آزمایشی با ۴ تکرار و هر تکرار با ۱۰ جوجه اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد منفی (بدون چالش با سالمونلا)، شاهد مثبت (چالش یافته با سالمونلا) و تیمارهای حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کنجاله کلزای خام و یا تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی بودند. جوجه‌های تمامی گروه‌ها به جز شاهد منفی در پایان روز سوم پرورش، با سالمونلا تیپ‌موریوم از راه دهان چالش داده شدند. نتایج آزمایش نشان دادند که ۷ و ۱۴ روز پس از چالش، درصد آلودگی در تیمارهای کنجاله کلزای تخمیری کمتر از تیمار شاهد مثبت و تیمارهای کنجاله کلزای خام بود. افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در تیمار شاهد مثبت و تیمار ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سایر تیمارهای چالش یافته داشت ($P < 0.05$). بنابراین، با توجه به نتایج مثبت تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر سلامت و عملکرد جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا می‌توان این منبع پروتئینی فرآوری شده را به عنوان یک استراتژی جدید برای کنترل آلودگی‌های سالمونلایی مدنظر قرار داد.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 111 pp: 121-132

Effect of feeding fermented rapeseed meal on reduction salmonella population in broiler chickens

1: Ashayerizadeh, A. Ph.D Student of Animal Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2: Dastar, B. Professor, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3: Shams Shargh, M. Associate Professor, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4: Sadeghi Mahoonak, A.R. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

5: Zerehdaran, S. Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad

Received: July 2015

Accepted: September 2015

This experiment was conducted for effect of feeding fermented rapeseed meal on reduction salmonella population in broiler chickens. A total of 240 Cobb 500 broilers in a completely randomized design were allocated to 6 treatments with 4 replicates of 10 chickens each. Experimental treatments were including negative control (not challenged by salmonella), positive control (challenged by salmonella) and treatments containing 50 and 100% raw or/and fermented rapeseed meal replaced by soybean meal in diet. All broilers were challenged by *Salmonella typhimurium* using oral gavage except negative control at the end of 3 day of rearing. Results showed that 7 and 14 days post challenge, the percentage of contamination in fermented rapeseed meal treatments were less than positive control and raw rapeseed meal treatments. Weight gain and feed conversion ratio in positive control and 50% fermented rapeseed meal treatment were significantly different with other challenged treatments ($P < 0.05$). Therefore, According to the positive results of feeding fermented rapeseed meal on health and performance of broiler chickens challenged with salmonella, this processed protein source could be considered as a new strategy to control salmonella contamination.

Key words: Fermentation, Salmonella, Rapeseed meal

مقدمه

افزایش نگرانی‌ها مبنی بر امکان ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی در میکروب‌های بیماری‌زا و تجمع بقایای آنتی‌بیوتیکی در محصولات طیور، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش طیور در اتحادیه اروپا و تقریباً در سرتاسر جهان ممنوع شد (Knap و همکاران، ۲۰۱۱). سپس سعی شد که از طریق واکسیناسیون، طیور را در برابر سالمونلا محافظت کنند اما این ایمنی اکتسابی تضمین کننده کنترل مطلق سالمونلا نیست و در برخی مواقع آلودگی‌های سالمونلایی در طیور دیده می‌شود (Heres و همکاران، ۲۰۰۳؛ Okamura و همکاران، ۲۰۱۲).

در قرن حاضر با توجه به نتایج مثبت تغذیه خوراک‌های تخمیر شده در کنترل و کاهش جمعیت سالمونلا در خوک‌های جوان، امکان بهره‌برداری از ویژگی‌های خوراک‌های تخمیری در کنترل

آلودگی‌های سالمونلایی یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت طیور می‌باشد زیرا این مسئله نه تنها سبب کاهش بهره‌وری و افزایش مرگ و میر می‌شود بلکه این آلودگی از طریق محصولات طیور به انسان انتقال می‌یابد (Yan و همکاران، ۲۰۱۱). سالمونلا معمولاً باعث عفونت‌های روده‌ای همراه با اسهال و تب در انسان می‌شود. انسان در تمامی رده‌های سنی تحت تأثیر اثرات سوء سالمونلا قرار می‌گیرد اما در افراد جوان و مسن و یا افرادی که دچار اختلالات سیستم ایمنی هستند، ممکن است سالمونلا به جریان خون و یا بخش منتر مغز نفوذ یافته و منجر به بیماری‌های صعب‌العلاج و یا کشنده شود (Cardinale و همکاران، ۲۰۰۵). از این رو، در ابتدا استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها برای کنترل و از بین بردن آلودگی‌های سالمونلایی مدنظر قرار گرفت اما به دنبال

قارچ *آسپرژیلوس نایجر*^۳ PTCC5010 به شکل ویال‌های لیوفیلیزه از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و به ترتیب با استفاده از محیط‌های کشت MRS-agar^۴ و Nutrient-agar در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و PDA^۵ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد فعال‌سازی شدند. تهیه کشت آغازگر از باکتری‌ها و قارچ، به ترتیب با استفاده از محیط‌های MRS-broth^۶ و PDA در طی گرمخانه‌گذاری 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 تجزیه‌کننده 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 ۱۰^۵ واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخازن 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 کارایی بالا و بر اساس اندازه‌گیری گلوکز حاصل از شکسته شدن گلوکوزینولات به وسیله آنزیم مایروزیناز اندازه‌گیری شد (Quinsac و همکاران، ۱۹۹۱). همچنین مقدار pH و جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در کنجاله کلزای خام و تخمیری تعیین گردید (Chiang و همکاران، ۲۰۱۰). مقدار گلوکوزینولات‌ها، pH و جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در کنجاله کلزای خام و تخمیری بر مبنای آزمون T و با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) تجزیه و تحلیل شد.

برای انجام بررسی تأثیر تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر سلامت و عملکرد جوجه‌های گوشتی در مواجهه با سالمونلا، تعداد ۲۵۰ قطعه جوجه یک‌روزه سویه کاب ۵۰۰ تهیه شدند. در ابتدا به منظور اطمینان از سلامت کامل جوجه‌ها از نقطه نظر آلودگی به سالمونلا، بر روی ۱۰ عدد از جوجه‌ها آزمایش‌های میکروبی جستجوی سالمونلا انجام شد. نیازهای تغذیه‌ای جوجه‌ها از جداول

سالمونلا و بهبود عملکرد تولیدی طیور (به ویژه جوجه گوشتی) بیش از پیش مورد توجه واقع شده است (Heres و همکاران، ۲۰۰۳). خوراک‌های تخمیری غنی از باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌باشند که اثرات مفید این باکتری‌ها بر سلامت و ایمنی انسان و دام اثبات شده است (Niba و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین قابلیت هضم خوراک‌های تخمیری بهبود یافته و این امر ممکن است سبب تغییر فلور میکروبی دستگاه گوارش گردد (Heres و همکاران، ۲۰۰۳)؛ و نهایتاً این نوع خوراک‌ها دارای تراکم بالای اسید لاکتیک و تا حدودی سایر اسیدهای آلی هستند (Engberg و همکاران، ۲۰۰۹). اسیدهای آلی برای بقای سالمونلا مضر و مانع از تکثیر آن‌ها می‌شوند. از سوی دیگر، تخمیر میکروبی سبب کاهش و یا حذف ترکیبات ضدتغذیه‌ای (نظیر بازدارنده تریپسین و گوسیپول به ترتیب در کنجاله سویا و کنجاله پنبه‌دانه) در مواد غذایی می‌شود (Hong و همکاران، ۲۰۰۴؛ Zhang و همکاران، ۲۰۰۶). کنجاله کلزا یک منبع پروتئینی مناسب (دارای ۳۴ تا ۳۸ درصد پروتئین خام و تعادل اسیدهای آمینه ضروری مشابه با کنجاله سویا) برای تهیه خوراک طیور می‌باشد اما به دلیل داشتن ترکیبات ضدتغذیه‌ای به نام گلوکوزینولات‌ها (و یا مشتقات آن‌ها به ویژه ایزوتیوسیانات‌ها) استفاده از آن در تغذیه طیور (به ویژه برای طیور جوان) محدود شده است (پوررضا و صادقی، ۱۳۸۵؛ Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). گزارشات حاکی از آن است که تخمیر میکروبی کنجاله کلزا سبب برطرف شدن اثرات سوء تغذیه‌ای این کنجاله بر سلامت و عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی از طریق حذف و یا کاهش مقدار گلوکوزینولات‌ها می‌شود (Chiang و همکاران، ۲۰۱۰؛ Xu و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، با توجه به این که تاکنون در ایران هیچ مطالعه‌ای پیرامون تأثیر استفاده از خوراک‌های تخمیری در تغذیه جوجه‌های گوشتی در مواجهه با سالمونلا انجام نشده است و مطالعات خارج از کشور در این زمینه نیز محدود می‌باشد، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر کاهش جمعیت سالمونلا در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس^۱ PTCC1643 و باسیلوس سابتیلیس^۲ PTCC1156 و همچنین

آزمایش (۲۲ روزگی)، مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک اندازه گیری شدند. 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

تخمیر میکروبی کنجاله کلزا

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، به‌کارگیری تکنیک تخمیر میکروبی به‌طور مؤثری سبب کاهش pH و گلوکوزینولات‌ها و افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در کنجاله کلزای تخمیری نسبت به کنجاله کلزای خام شد ($P < 0.05$).

Walia و Vig (۲۰۰۱) گزارش کردند که میزان گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزای تخمیر شده با قارچ ریزوپوس الیگوسپوروس^{۱۱} به میزان قابل توجهی نسبت به کنجاله کلزای خام کمتر بود. Chiang و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تخمیر کنجاله کلزا با لاکتوباسیلوس فرمنتوم^{۱۲}، باسیلوس سابتیلیس، ساکارومایسس سروسیسه^{۱۳} و انتروکوکوس فاسیوم^{۱۴} طی ۳۰ روز سبب کاهش pH و ایزوتیوسیانات‌ها و افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی شد. همچنین در مطالعه‌ی Xu و همکاران (۲۰۱۲)، تخمیر کنجاله کلزا با باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلاتناروم^{۱۵} و باسیلوس سابتیلیس طی ۳۰ روز سبب کاهش ایزوتیوسیانات‌ها از ۱۰۸/۷ به ۱۳/۱ میلی‌مول در هر کیلوگرم کنجاله شد. در آزمایش حاضر، استفاده از قارچ آسپرژیلوس نایجر کلید موفقیت انجام تخمیر می‌باشد. آسپرژیلوس نایجر با مصرف اکسیژن موجود سبب ایجاد محیط کاملاً بی‌هوازی برای رشد باکتری‌های بی‌هوازی (به ویژه لاکتوباسیلوس‌ها) می‌شود (Chiang و همکاران، ۲۰۱۰). با فراهم شدن محیط بی‌هوازی، فعالیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و باسیلوس سابتیلیس در بستر (کنجاله کلزا) سبب کاهش pH و اختصاصی شدن شرایط رشد برای باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌گردد. سپس تکثیر و ازدیاد باکتری‌های اسید لاکتیکی با مصرف منابع کربوهیدراتی و تولید اسید (عمدتاً اسید لاکتیک) سبب کاهش بیشتر و پایدار pH در محصول تخمیر شد (Beal و همکاران،

احتیاجات سویه (Cobb-Vantress, ۲۰۱۲) استخراج و جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار UFFDA^{۱۶} تنظیم گردیدند.

مشخصات ترکیب جیره‌ها برای دوره‌های آغازین (۱۰-۱ روزگی) و رشد (۲۲-۱۱ روزگی) در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. گروه‌های آزمایشی شامل شاهد منفی (جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا و بدون چالش با سالمونلا)، شاهد مثبت (جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا و چالش یافته با سالمونلا) و گروه‌های دریافت کننده جیره‌هایی حاوی سطوح ۵۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی کنجاله کلزای خام و یا تخمیری با کنجاله سویا بودند که به هر گروه ۴ تکرار متشکل از ۱۰ قطعه جوجه اختصاص یافت. نمونه‌ای از خوراک و آب مصرفی نیز پیش از شروع آزمایش جهت آلودگی به سالمونلا مورد بررسی قرار گرفت. جوجه‌های تمامی گروه‌ها (به استثنای شاهد منفی) ۷۲ ساعت پس از رود به سالن پرورش، با 1×10^5 واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی‌لیتر کشت تازه سالمونلا تیفی‌موریوم^{۱۷} ATCC14028 از راه دهان چالش داده شدند. برای اطمینان از عدم گردش سالمونلا در گروه‌های آزمایشی، بستر همه گروه‌ها هر روز تعویض می‌گردید. همچنین در این راستا و به منظور نگهداری گروه شاهد منفی به صورت قرنطینه، محل این گروه جدا از سایر گروه‌ها بود و تمامی فعالیت‌های دست‌ورزی این گروه قبل از سایر گروه‌ها انجام می‌شد. در طی آزمایش، آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد و دمای سالن و سایر موارد مدیریتی پرورش بر اساس راهنمای سویه بود. ۱، ۷، ۱۴، ۱۹ روز پس از چالش یافتن جوجه‌ها با سالمونلا تیفی‌موریوم، نمونه مدفوع از کلوآک جوجه‌ها به منظور بررسی حضور سالمونلا گرفته شد. یک گرم از نمونه‌های مدفوع به داخل لوله‌های استریل حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول پیتون و اثر منتقل شد. پس از ۲۴ ساعت ۱۰۰ میکرولیتر از محلول به لوله‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محلول TSB^{۱۸} منتقل و به مدت ۲۰ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند.

سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول بر روی پلیت‌های حاوی محیط کشت XLT-4 agar^{۱۹} گسترش داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در گرمخانه قرار گرفتند (Bell و Kyriakides, ۲۰۰۲). پس از خارج کردن پلیت‌ها، وجود و یا عدم وجود سالمونلا و مقایسه بین گروه‌ها انجام شد. در پایان

(Heres و همکاران، ۲۰۰۳). یکی از ویژگی‌های منحصربفرد خوراکی‌های تخمیری داشتن محتوای بالای اسیدهای آلی (نظیر اسید لاکتیک و اسید استیک) و pH پایین می‌باشد. Niba و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نموده‌اند که تغذیه جوجه‌های گوشتی با خوراکی‌های تخمیری از طریق افزایش اسیدیته و کاهش pH سبب بهبود سد دفاعی بخش‌های ابتدایی دستگاه گوارش در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود. به طور کلی، pH خوراکی‌های تخمیری (در آزمایش حاضر pH کلزای تخمیری ۳/۹۷) پایین‌تر از pH چینه‌دان (۴/۵) است. بنابراین با تغذیه خوراکی‌های تخمیری pH چینه‌دان کاهش می‌یابد (و به تبع آن کاهش pH در بخش‌های بعدی دستگاه گوارش را خواهیم داشت) که این دامنه از pH، شرایط محیطی بهینه لازم برای بقا و استقرار سالمونلا را از بین می‌برد (Alakomi و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین اسیدهای آلی قادر به عبور از غشاء سلول باکتری‌های مضر (نظیر سالمونلا) می‌باشند. با ورود اسید آلی به سلول باکتری و تجزیه شدن به آنیون و کاتیون، متابولیسم میکروبی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابراین از فعالیت آنزیم‌های مهم باکتری جلوگیری شده و دیواره سلولی مجبور می‌شود تا برای آزاد کردن پروتون‌ها، انرژی مصرف کند. از سوی دیگر، آنیون‌های اسیدی باقی‌مانده درون سلول، ساخت پروتئین و DNA را مختل نموده که این مسئله شرایط مرگ باکتری را فراهم می‌سازد (Van Winsen و همکاران، ۲۰۰۱a,b). از این‌رو، با کاهش جمعیت سالمونلا در چینه‌دان و سنگدان انتقال آن به بخش‌های بعدی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی کاهش می‌یابد. راه کار دوم به باکتری‌های اسید لاکتیکی موجود در خوراکی‌های تخمیری و پدیده "حذف رقابتی"^{۱۷} مربوط می‌شود (Heres و همکاران، ۲۰۰۳؛ Niba و همکاران، ۲۰۰۹). حذف رقابتی، پدیده‌ای طبیعی است که به وسیله آن یک فلور میکروبی استقرار یافته در دستگاه گوارش از تشکیل کلنی باکتری‌هایی که برای جایگاه‌های مشابه رقابت می‌کنند، جلوگیری کرده و یا آن را کاهش می‌دهد (Salanitro و همکاران، ۱۹۷۸). خوراکی‌های تخمیری غنی از باکتری‌های اسید لاکتیکی می‌باشند و با تغذیه این نوع خوراکی‌ها باکتری‌های اسید لاکتیکی به دستگاه گوارش وارد می‌شوند. برخلاف این که محیط اسیدی و pH پایین دستگاه گوارش برای باکتری‌های مضر نامطلوب است

(۲۰۰۲). همچنین در طول دوره تخمیر، ترکیب کربوهیدراتی 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).

بازیابی سالمونلا از کلوآک

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر بازیابی سالمونلا تیپ‌موریوم از کلوآک جوجه‌های گوشتی در روزهای مختلف پس از چالش در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان دادند که گروه شاهد منفی (بدون چالش با سالمونلا) از نظر وجود سالمونلا در تمامی زمان‌های نمونه‌گیری صد درصد منفی بود. یک روز پس از چالش با سالمونلا، تست آلودگی در تمام گروه‌های چالش یافته صد درصد مثبت بود. در ۷ و ۱۴ روز پس از چالش، درصد آلودگی در گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای تخمیری کمتر از گروه شاهد مثبت و گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای خام بود. تست مثبت آلودگی سالمونلا ۱۹ روز پس از چالش تنها در گروه دریافت کننده جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام مشاهده شد.

Heres و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که استفاده از خوراک پایه تخمیر شده در تغذیه جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا اینترتیدیس^{۱۶} سبب کاهش جمعیت سالمونلا در سکوم شد. در مطالعه Cutler و همکاران (۲۰۰۵)، افزودن لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا تیپ‌موریوم سبب کاهش جمعیت سالمونلا در چینه‌دان و سکوم گردید. همچنین، Junior و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تست آلودگی سالمونلا از سکوم جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا اینترتیدیس پس از ۲۲ روز تغذیه با جیره مکمل شده با اسیدهای آلی منفی بود. دو راه-کار عمده می‌توان برای توضیح نحوه تأثیر گذاری خوراکی‌های تخمیری بر کاهش جمعیت سالمونلا تیپ‌موریوم از دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی ذکر نمود. نخستین راه کار در ارتباط با اسیدی شدن بخش‌های ابتدایی دستگاه گوارش (چینه‌دان و سنگدان) در زمان مصرف خوراکی‌های تخمیری می‌باشد

حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام داشت ($P < 0/05$) اما این اختلاف نسبت به سایر گروه‌ها معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). تاکنون گزارشی مبنی بر تأثیر تغذیه خوراک تخمیر شده بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا ارائه نشده است. Knap و همکاران (۲۰۱۱) و Park و Kim (۲۰۱۴) گزارش کردند که استفاده از باکتری *باسیلوس سابتیلیس* در تغذیه جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا سبب بهبود عملکرد رشد شد. در مواجهه با تنش‌ها نظیر آلودگی‌های میکروبی، استفاده از انرژی و مواد مغذی دریافتی و یا ذخایر بدن برای فعال‌سازی و پویایی سیستم ایمنی در مقابله با عوامل بیماری‌زا نسبت به رشد الویت دارد. بنابراین، رفع سریع‌تر تنش منجر به بازگشت شرایط سیستم ایمنی به قبل از تنش و معطوف شدن استفاده از مواد مغذی در جهت رشد می‌شود (Kidd, ۲۰۰۴). محتوای pH پایین و تراکم بالای باکتری‌های اسید لاکتیکی از ویژگی‌های منحصربفرد خوراک‌های تخمیری است (Heres و همکاران، ۲۰۰۳). اساساً نحوه عمل اولیه‌ی این نوع خوراک‌ها از اثرات سودمند آن‌ها بر اکوسیستم میکروبی معدی - روده‌ای به واسطه کنترل عوامل بیماری‌زا ناشی می‌شود. این موضوع به ویژه در مراحل بحرانی چرخه تولیدی دام و یا مشکلات بهداشتی محیط کاربرد بیشتری دارد (Niba و همکاران، ۲۰۰۹). از مراحل بحرانی در طیور می‌توان به اوایل دوره رشد اشاره کرد. همان‌طور که پیشتر مورد بحث قرار گرفت در آزمایش حاضر، استفاده از خوراک‌های تخمیری در تغذیه جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا موجب کاهش اثرات تنش وارده و حذف سریع‌تر سالمونلا از دستگاه گوارش جوجه‌ها شد. از این رو جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای تخمیری، هزینه کمتری برای مقابله با سالمونلا صرف نموده و توانسته‌اند با به‌کارگیری مواد مغذی در راستای رشد به افزایش وزن بالاتر و ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزای خام و حتی گروه شاهد مثبت (در مقایسه با گروه دریافت کننده ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری) دست یابند. از سوی دیگر، جایگزینی کنجاله کلزای تخمیری نسبت به کنجاله کلزای خام با کنجاله سویا در جیره غذایی عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود داد.

اما این شرایط محیطی برای استقرار، تکثیر و فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیکی بهینه است. باکتری‌های اسید لاکتیکی استقرار یافته از طریق چهار مکانیسم شامل (۱) تولید اسید و کاهش بیشتر pH دستگاه گوارش (Knap و همکاران، ۲۰۱۱)، (۲) تولید ترکیبات ضد میکروبی نظیر باکتریوسین‌ها (باکتریوسین‌ها از طریق ایجاد حفره در غشاء سیتوپلاسمی باکتری‌های حساس و در نتیجه خروج الکترولیت‌ها منجر به مرگ باکتری‌ها می‌شوند) (Ried و همکاران، ۲۰۰۳)، (۳) رقابت برای جایگاه‌های اتصال در دستگاه گوارش (به ویژه اپیتلیوم روده باریک) (Fuller و Gibson, ۲۰۰۰) و (۴) تحریک سیستم ایمنی بر علیه عوامل بیماری‌زا (Revolledo و همکاران، ۲۰۰۹) مانع از استقرار و همچنین زدوده شدن سالمونلا از دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی می‌شوند.

عملکرد رشد

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و درصد ماندگاری جوجه‌های چالش یافته با سالمونلا در ۲۲ روزگی در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان دهنده اختلاف معنی‌دار افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در گروه شاهد منفی (بدون چالش با سالمونلا) با گروه شاهد مثبت (چالش یافته با سالمونلا) و سایر گروه‌ها بود ($P < 0/05$). در گروه‌های چالش یافته با سالمونلا، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در گروه شاهد مثبت و گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سایر گروه‌ها داشت ($P < 0/05$). تفاوت چشمگیری میان افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای تخمیری و تیمار حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام مشاهده نشد ($P > 0/05$). جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ درصد کنجاله کلزای خام کم‌ترین افزایش وزن را در دوره پرورش نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی داشتند ($P < 0/05$). مصرف خوراک در گروه شاهد منفی به طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های دریافت کننده جیره‌های حاوی ۵۰ درصد کنجاله کلزای خام و ۱۰۰ درصد کلزای تخمیری بود ($P < 0/05$). با وجود این که درصد ماندگاری در گروه شاهد منفی اختلاف چشمگیری با گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های

های گوارشی در هضم و جذب بهتر مواد مغذی می‌باشد (Jin و همکاران، ۲۰۰۰).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج مثبت تغذیه کنجاله کلزای تخمیری بر سلامت و عملکرد جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا می‌توان این منبع پروتئینی فرآوری شده را علاوه بر جایگزین مناسب برای کنجاله سویا حتی به عنوان یک استراتژی جدید برای کنترل آلودگی‌های سالمونلایی در پرورش جوجه‌های گوشتی مدنظر قرار داد.

پاورقی‌ها

- 1- *Lactobacillus acidophilus*
- 2- *Bacillus subtilis*
- 3- *Aspergillus niger*
- 4- Modified Rogosa Agar (MRS-agar)
- 5- Potato Dextrose Agar (PDA)
- 6- Modified Rogosa broth (MRS-broth)
- 7- User Friendly Feed Formulation Done Again (UFFDA)
- 8- *Salmonella typhimurium*
- 9- Trypticase Soy broth (TSB)
- 10- Xylose Lysine Tergitol-4 Agar
- 11- *Rhizopus oligosporus*
- 12- *Lactobacillus fermentum*
- 13- *Saccharomyces cerevisiae*
- 14- *Enterococcus faecium*
- 15- *Lactobacillus plantarum*
- 16- *Salmonella enteritidis*
- 17- Competitive exclusion

McNeill و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که جایگزینی کنجاله کلزای خام با کنجاله سویا در جیره غذایی سبب کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی می‌شود. این امر در ارتباط با وجود ترکیباتی به نام گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا است. گلوکوزینولات‌ها به وسیله آنزیم مایروزیناز موجود در کنجاله کلزا (Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱) و یا آنزیم‌های میکروبی دستگاه گوارش طیور (Taraz و همکاران، ۲۰۰۶) هیدرولیز شده و طیف وسیعی از ترکیبات (نظیر ایزوتیوسیانات‌ها، نیتریل‌ها، تیوسیانات‌ها و اکسی زولیدیسین) را آزاد می‌کنند. ایزوتیوسیانات‌ها مهم‌ترین این ترکیبات هستند که سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش رشد می‌شوند (Fazhi و همکاران، ۲۰۱۱). Chiang و همکاران (۲۰۱۰) و Xu و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند تفاوت چشمگیری میان افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد (بر پایه ذرت-کنجاله سویا) 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. سه دلیل عمده می‌توان برای توضیح بهبود عملکرد رشد 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 هضم پذیری اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی مفید (نظیر پپتیدهای کوچک) (Sun و همکاران، ۲۰۱۲) و سوم، نقش باکتری‌های اسید لاکتیکی در دستگاه گوارش از طریق ترشح آنزیم‌ها (نظیر آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز) و کمک به آنزیم-

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

جیره ۱-۱۰ روزگی					شاهد	
کلزای تخمیری		کلزای خام				
%۱۰۰	%۵۰	%۱۰۰	%۵۰			
۵۴/۰۳	۵۶/۳۲	۵۰/۴۸	۵۴/۵۵	۵۸/۶۳	ذرت	
-	۱۵/۳۶	-	۱۵/۳۶	۳۰/۷۱	کنجاله سویا (۴۳/۲۰٪ پروتئین خام)	
-	-	۳۷/۰۴	۱۸/۵۲	-	کنجاله کلزای خام (۳۷/۵۵٪ پروتئین خام)	
۳۳/۸۸	۱۶/۹۴	-	-	-	کنجاله کلزای تخمیری (۴۰/۲۳٪ پروتئین خام)	
۳	۳	۳	۳	۳	کنجاله گلو تن ذرت	
۲	۲	۲	۲	۲	پودر ماهی	
۳/۶۳	۲/۷۸	۴/۲۱	۳/۰۷	۱/۹۳	روغن آفتابگردان	
۰/۶۹	۰/۸۵	۰/۶۶	۰/۸۳	۱/۰۱	کربنات کلسیم	
۱/۲۷	۱/۳۱	۱/۲۴	۱/۳۰	۱/۳۵	دی کلسیم فسفات	
۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	نمک	
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ^۱	
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ^۲	
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	آنتی‌اکسیدان	
۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۲۴	متیونین	
۰/۴۷	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۲۴	لیزین	
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	ترئونین	
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده						
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/Kg)	
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	پروتئین خام (%)	
۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	کلسیم (%)	
۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	فسفر قابل دسترس (%)	
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (%)	
۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	لیزین (%)	
۰/۵۳	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۲	متیونین (%)	
۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	اسیدهای آمینه گوگرد دار (%)	
۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	ترئونین (%)	
۱/۰۴	۱/۱۸	۱/۰۹	۱/۲۰	۱/۳۱	آرژنین (%)	

۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۷/۵ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی گرم کولین، ۵۰۰ میلی گرم بیوتین.

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

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

جیره ۲۲-۱۱ روزگی					
کلزای تخمیری		کلزای خام		شاهد	
%۱۰۰	%۵۰	%۱۰۰	%۵۰		
۵۶/۴۶	۵۸/۵۶	۵۳/۵۱	۵۶/۹۷	۶۰/۶۳	ذرت
-	۱۴/۰۱	-	۱۴/۱۲	۲۸/۰۳	کنجاله سویا (۴۳/۲۰٪ پروتئین خام)
-	-	۳۳/۵۶	۱۶/۷۸	-	کنجاله کلزای خام (۳۷/۵۵٪ پروتئین خام)
۳۰/۹۲	۱۵/۴۶	-	-	-	کنجاله کلزای تخمیری (۴۰/۲۳٪ پروتئین خام)
۳	۳	۳	۳	۳	کنجاله گلو تن ذرت
۲	۲	۲	۲	۲	پودر ماهی
۴/۴۵	۳/۶۷	۴/۹۳	۳/۹۳	۲/۹۰	روغن آفتابگردان
۰/۶۶	۰/۸۱	۰/۶۴	۰/۸۰	۰/۹۶	کربنات کلسیم
۱/۱۷	۱/۲۱	۱/۱۴	۱/۱۹	۱/۲۵	دی کلسیم فسفات
۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	نمک
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ^۱
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ^۲
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	آنتی‌اکسیدان
۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۹	متیونین
۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۱۸	لیزین
۰/۰۳	۰/۰۲	-	-	۰/۰۱	ترئونین
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده					
۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/Kg)
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	پروتئین خام (%)
۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	کلسیم (%)
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	فسفر قابل دسترس (%)
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (%)
۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	لیزین (%)
۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۴۶	۰/۵۰	۰/۵۵	متیونین (%)
۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	اسیدهای آمینه گوگرددار (%)
۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	ترئونین (%)
۰/۹۹	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۱۴	۱/۲۴	آرژنین (%)

(۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۷/۵ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی گرم کولین، ۵۰۰ میلی گرم بیوتین.

(۲) هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی گرم مس، ۵۰۰ میلی گرم ید، ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تخمیر بر گلوکوزینولات‌ها، pH و جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در کنجاله کلزا

سطح احتمال	معیار خطا	کلزای تخمیری	کلزای خام	
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۳/۹۳ ^b	۱۲/۲۱ ^a	گلوکوزینولات‌ها (میکرومول در گرم)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹	۳/۹۷ ^b	۵/۰۷ ^a	pH
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۱۳/۵۵ ^a	۵/۴۴ ^b	باکتری‌های اسید لاکتیکی (log ₁₀ CFU/g)

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

جدول ۴- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر بازیابی سالمونلا تیپ‌ی موریوم از کلوآک جوجه‌های گوشتی

معیار خطا	تیمارها						تعداد روز پس از آلودگی
	کلزای تخمیری		کلزای خام		شاهد		
	%۱۰۰	%۵۰	%۱۰۰	%۵۰	مثبت	منفی	
۵/۴۳	(۴۰/۴۰)	(۴۰/۴۰)	(۴۰/۴۰)	(۴۰/۴۰)	(۴۰/۴۰) ^o	(۰/۴۰)	روز ۱
	%۱۰۰ ^a	%۱۰۰ ^a	%۱۰۰ ^a	%۱۰۰ ^a	%۱۰۰ ^a	% ^b	
۷/۲۳	(۱۶/۳۲)	(۱۲/۳۲)	(۲۸/۳۲)	(۲۸/۳۲)	(۲۴/۳۲)	(۰/۳۲)	روز ۷
	%۵۰ ^{abc}	%۳۷/۵ ^{bc}	%۸۷/۵ ^a	%۸۷/۵ ^a	%۷۵ ^{ab}	% ^c	
۶/۱۳	(۸/۳۲)	(۴/۳۲)	(۱۶/۳۲)	(۸/۳۲)	(۸/۳۲)	(۰/۳۲)	روز ۱۴
	%۲۵ ^{ab}	%۱۲/۵ ^{ab}	%۵۰ ^a	%۲۵ ^{ab}	%۲۵ ^{ab}	% ^b	
۲/۰۸	(۰/۳۲)	(۰/۳۲)	(۴/۳۲)	(۰/۳۲)	(۰/۳۲)	(۰/۳۲)	روز ۱۹
	%۰	%۰	%۱۲/۵	%۰	%۰	%۰	

*تعداد کل پرنده‌های چالش داده شده / تعداد کل پرنده‌های آلوده (درصد)

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

جدول ۵- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد (گرم) و ماندگاری جوجه‌های گوشتی چالش یافته با سالمونلا تیپ‌ی موریوم در ۲۲ روزگی

معیار خطا	تیمارها						افزایش وزن مصرف خوراک ضریب تبدیل خوراک ماندگاری (/)
	کلزای تخمیری		کلزای خام		شاهد		
	%۱۰۰	%۵۰	%۱۰۰	%۵۰	مثبت	منفی	
۱۷/۲۸	۷۸۸/۷۰ ^c	۸۳۴/۲۲ ^b	۶۲۶/۵۷ ^d	۷۷۷/۰۹ ^c	۸۲۹/۴۰ ^b	۸۸۱/۰۶ ^a	افزایش وزن
۱۶/۱۶	۱۲۶۵/۶۷ ^a	۱۲۰۲/۶۰ ^{ab}	۱۱۰۸/۱۸ ^b	۱۲۴۳/۴۴ ^a	۱۲۰۸/۲۱ ^{ab}	۱۱۳۶/۶۴ ^b	مصرف خوراک
۰/۰۳	۱/۶۰ ^b	۱/۴۴ ^c	۱/۷۶ ^a	۱/۶۰ ^b	۱/۴۵ ^c	۱/۲۹ ^d	ضریب تبدیل خوراک
۱/۳۴	۹۲/۵۰ ^{ab}	۹۲/۵۰ ^{ab}	۸۲/۵۰ ^c	۸۵ ^{bc}	۹۰ ^{ab}	۹۷/۵۰ ^a	ماندگاری (/)

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

منابع

- intestinal microflora. *British Poultry Science*. 2: 228-239.
- 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.
- Gibson, G.R. and Fuller, R. (2000) Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward indentifying probiotics and for human use. *Journal of Nutrition*. 130: 391-395.
- Heres, L., Engel, B., Van Knapen, F., De Jong, M.C.M., Wagenaar, J.A. and Urlings, H.A.P. (2003) Fermented liquid feed reduces susceptibility of broilers for *Salmonella enteritidis*. *Poultry Science*. 82: 603-611.
- 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.
- Jin, L.Z., Ho, Y.W., Abdullah, N. and Jalaludin, S. (2000) Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. *Poultry Science*. 79: 886-891.
- Junior, P.C.M., Beirao, B.C.B., Filho, T.F., Lourenco, M.C., Joineau, M.L., Santin, E. and Caron, L.F. (2014) Use of blends of organic acids and oregano extracts in feed and water of broiler chickens to control *Salmonella enteritidis* persistence in the crop and ceca of experimentally infected birds. *The Journal of Applied Poultry Research*. 23: 671-682.
- Kidd, M.T. (2004) Nutritional modulation of immune function in broilers. *Poultry Science*. 83: 650-657.
- Knap, I., Kehlet, A.B., Bennedsen, M., Mathis, G.F., Hofacre, C.L., Lumpkins, B.S., Jensen, M.M., Raun, M. and Lay, A. (2011) *Bacillus subtilis* (DSM17299) significantly reduces *Salmonella* in broilers. *Poultry Science*. 90: 1690-1694.
- 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.
- پوررضا، ج. و ق، صادقی. ۱۳۸۵. تغذیه مرغ. (ترجمه)، تألیف: اسکات، ا. چاپ اول، انتشارات ارکان، ۶۷۲ ص.
- 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.
- Alakomi, H.L., Skytta, E., Saarela, M., Mattila, T. Sandholm, T., Latva Kala, K. and Helander, I.M. (2000) Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and Environmental Microbiology*. 66: 2001-2005.
- Beal, J.D., Niven, S.J., Campbell, A. and Brooks, P.H. (2002) The effect of temperature on the growth and persistence of salmonella in fermented liquid pig feed. *International Journal of Food Microbiology*. 79: 99-104.
- Bell, C. and Kyriakides, A. (2002) *Salmonella*: a practical approach to the organism and its control in foods. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Cardinale, E., Tall, F., Cisse, M., Gueye, E.F., Salvat, G. and Mead, G. (2005) Risk factors associated with *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination of chicken carcasses in Senegal. *British Poultry Science*. 46: 293-299.
- 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>
- Cutler, S.A., Rasmussen, M.A., Hensley, M.J., Wilhelms, K.W., Griffith, R.W. and Scanes, C.G. (2005) Effects of *Lactobacilli* and lactose on *Salmonella typhimurium* colonisation and microbial fermentation in the crop of the young turkey. *British Poultry Science*. 46: 708-716.
- Engberg, R.M., Hammershoj, M., Johansen, N.F., Abousekken, M.S., Steinfeldt, 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

- Niba, A.T., Beal, J.D., Kudi, A.C. and Brooks, P.H. (2009) Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. *African Journal of Biotechnology*. 8: 1758-1767.
- Okamura, M., Ueda, M., Noda, Y., Kuno, Y., Kashimoto, T., Takehara, K. and Nakamura, M. (2012) Immunization with outer membrane protein A from *Salmonella enterica* serovar *enteritidis* induces humoral immune response but no protection against homologous challenge in chickens. *Poultry Science*. 91: 2444-2449.
- Park, J.H. and Kim, I.H. (2014) Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks. *Poultry Science*. 93: 2054-2059.
- Quinsac, A., Ribaillet, D., Elfkir, C., Lafosse, M. and Dreux, M. (1991) A new approach to the study of glucosinolate by isocratic liquid chromatography: Part I. Rapid determination of desulfated derivatives of rapeseed glucosinolates. *The Journal of AOAC International*. 74: 932-939.
- Reid, G., Jass, J., Sebulsky, M.T. and Mc Cormick, J.K. (2003) Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clinical Microbiology Reviews*. 16: 658-672.
- Revolledo, L., Ferreira, C.S.A. and Ferreira, A.J.P. (2009) Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization and organ invasion by combination treatment in broiler chicks. *Poultry Science*. 88: 734-743.
- Salanitro, J.P., Blake, I.G., Muir head, P.A., Maglio, M. and Goodman, R. (1978) Bacteria isolated from the duodenum, ileum, and cecum of young chicks. *Applied and Environmental Microbiology*. 35: 782-790.
- SAS Institute, SAS User's Guide. (2003) Version 9.1 edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- 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.
- Van Winsen, R.L., Lipman, L.J.A., Biesterveld, S., Uurlings, B.A.P., Snijders, J.A.M. and Van Knapen, F. (2001a) Mechanism of salmonella reduction in fermented pig feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 342-346.
- Van Winsen, R.L., Uurlings, B.A.P., Lipman, L.J.A., Snijders, J.M.A., Keuzenkamp, D., Verheijden, J.H.M. and Van Knapen, F. (2001b) Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. *Applied and Environmental Microbiology*. 67: 3071-3076.
- Vig, A.P. and Walia, A. (2001) Beneficial effects of *Rhizopus oligosporus* 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.
- Yan, G.L., Guo, Y.M., Yuan, J.M., Liu, D. and Zhang, B.K. (2011) Sodium alginate oligosaccharides from brown algae inhibit *Salmonella enteritidis* colonization in broiler chickens. *Poultry Science*. 90: 1441-1448.
- 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.

♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦