



## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

صفحه‌های ۶۱۱-۶۰۱

### اثر کنجاله گلرنگ حاوی مکمل‌های میکروبی و آنزیمی بر عملکرد، کیفیت گوشت و

### ایمنی همورال بلدرچین ژاپنی

شریفه قویدل حیدری<sup>۱</sup>، فرزاد باقرزاده کاسمانی<sup>۲\*</sup>، مهران مهری<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۲۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۱۱

#### چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر کنجاله گلرنگ حاوی مکمل‌های میکروبی و آنزیمی بر عملکرد، کیفیت گوشت و ایمنی همورال بلدرچین ژاپنی انجام شد. تعداد ۳۰۰ قطعه بلدرچین ژاپنی هفت‌روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی به پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)، (۲) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ، (۳) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ تخمیرشده، (۴) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + پروبیوتیک کلسپورین<sup>®</sup> به میزان ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک و (۵) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور<sup>®</sup> به مقدار ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک بودند. نتایج این مطالعه نشان دادند که استفاده از تیمارهای حاوی کنجاله گلرنگ تخمیر شده، پروبیوتیک کلسپورین و آنزیم در مقایسه با تیمار شاهد سبب بهبود افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه‌ها شدند ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل خوراک گروه شاهد و بلدرچین‌های دریافت‌کننده جیره‌های حاوی کنجاله گلرنگ تخمیر شده و کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور<sup>®</sup> از سایر گروه‌های آزمایشی کمتر بود ( $P < 0/05$ ). پرندگان تغذیه شده با کنجاله گلرنگ افت ناشی از پخت گوشت کمتری داشتند ( $P < 0/05$ ). ظرفیت نگهداری آب گوشت و نیز عیار پادتن تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفندی در تیمار دریافت‌کننده کنجاله گلرنگ تخمیر شده نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ( $P < 0/05$ ). با توجه به اثرات مثبت تغذیه با کنجاله گلرنگ تخمیر شده و حاوی مکمل‌های پروبیوتیک و آنزیم بر عملکرد، کیفیت گوشت و سیستم ایمنی بلدرچین ژاپنی می‌توان از این منبع پروتئینی قابل دسترس و ارزان در جیره بلدرچین استفاده کرد.

**کلیدواژه‌ها:** آنزیم، باسیلوس سابتیلیس، بلدرچین ژاپنی، تخمیر، ساکارومایسیس سرویسیه.

## مقدمه

در سال‌های اخیر، افزایش قیمت مواد خوراکی مرسوم در صنعت پرورش طیور مانند ذرت و کنجاله سویا و گاهی کمیاب شدن آنها در کشور، تحقیق در زمینه یافتن منابع با کیفیت مطلوب، قابل دسترس و ارزان‌تر را جهت کاهش مصرف ذرت و کنجاله سویا در صنعت پرورش طیور، موجب شده است. گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) که سابقه کشت آن به حدود ۳۵۰۰ الی ۴۰۰۰ سال قبل در مصر می‌رسد، گیاهی علفی و یک‌ساله است که در نقاط مختلف ایران ذخایر ژنتیکی آن به‌وفور یافت می‌شود [۱]. کنجاله حاصل از دانه گلرنگ با انرژی قابل سوخت‌وساز ۲۶۸۱ کیلوکالری در کیلوگرم، حاوی ۳۲ درصد الیاف خام، ۱۰ درصد روغن و ۲۰ درصد پروتئین است [۲۵]. گزارش شده است که جایگزینی ۱۸، ۲۰ و ۲۲ درصد کنجاله گلرنگ به‌جای کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد، سبب افزایش مصرف خوراک و وزن بدن شد [۱۵]. کیفیت کنجاله گلرنگ بسیار متغیر بوده و به‌علت بالا بودن میزان الیاف خام آن، در مقادیر زیاد در جیره طیور قابل استفاده نیست. برای تسهیل استفاده از خوراک‌های حاوی فیبر بالا در پرندگان، استفاده از مواد افزودنی خوراکی مانند آنزیم، پروبیوتیک و فرآیند تخمیر پیشنهاد شده است [۷].

مولتی‌آنزیم اندوپاور® دارای فعالیت آنزیمی بالایی از آلفاگالاکتوزیداز، گالاکتوماناز، زایلاناز و بتاگلوکاناز می‌باشد. این محصول با استفاده از قارچ *آسپرژیلوس نایجر* و به‌روش تخمیر تولید می‌شود و فرآیند تخمیر، منجر به تولید جانبی آنزیم‌های آمیلاز، فیتاز، سلولاز و پروتئاز نیز می‌شود. آنزیم‌ها با تخریب پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و بهبود هضم و جذب مواد مغذی بر عملکرد پرنده تأثیر می‌گذارند [۲۳]. پروبیوتیک‌ها موجب بهبود عملکرد رشد، بهبود

قابلیت هضم مواد مغذی [۵] و بهبود مصرف کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم [۱۱] می‌شوند. کلسپورین®، پروبیوتیکی بر پایه *باسیلوس سابتیلیس* است. پروبیوتیک‌های بر پایه *باسیلوس* به‌دلیل اسپورزایی، در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند تغییرات دما و اسیدیته، مقاومت بیشتری دارند و قدرت سازگاری آن‌ها در شرایط محیط داخلی دستگاه گوارش در مقایسه با پروبیوتیک‌های بر پایه *لاکتوباسیلوس*، بیشتر است [۵].

فرآیند تخمیر به‌کمک گونه‌های مختلف قارچی و باکتریایی، سبب بهبود کیفیت محصولات پروتئینی و کاهش مقدار ترکیبات ضدتغذیه‌ای و هم‌چنین بهبود سلامت دستگاه گوارش می‌شود [۸]. تخمیر با مخمر *ساکارومایسیس سروسیسه*<sup>۱</sup> باعث شکستن پروتئین‌های آنتی‌ژن بزرگ و در نتیجه افزایش مقدار پپتیدهای کوچک‌تر (۱۵ کیلو دالتون) در کنجاله سویا می‌شود [۲۴]. استفاده از مخمر *ساکارومایسیس سروسیسه* در خوراک‌های دارای فیبر بالا به‌طور معنی‌داری سبب بهبود افزایش وزن بدن، بازده خوراک [۱۲] و بهبود عملکرد رشد و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی شد [۲۴]. با توجه به کمبود کنجاله سویا و ذرت در کشور و جهت کاهش استفاده از این اقلام وارداتی در تغذیه طیور، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کنجاله گلرنگ حاوی مکمل‌های میکروبی و آنزیمی بر عملکرد، اجزای لاشه، کیفیت گوشت و ایمنی همورال بلدرچین ژاپنی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۳۰۰ قطعه بلدرچین ژاپنی هفت‌روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی در پنج گروه آزمایشی با چهار تکرار و ۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شد.

1. *Saccharomyces cerevisiae*

توسط انجمن ملی تحقیقات آمریکا [۱۹] تنظیم شدند (جدول ۱).

صفات عملکرد شامل افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی اندازه‌گیری شدند. در پایان دوره آزمایش، یک قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی با وزنی نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه، انتخاب و پس از کشتار اجزای لاشه توزین شدند. وزن نسبی اجزای لاشه به صورت درصدی از وزن زنده محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ابتدا یک گرم گوشت وزن و سپس به مدت پنج دقیقه در ۱۵۰۰ دور سانتیفریوژ شد. پس از آن نمونه به آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره وزن‌کشی شد [۱۷]. ظرفیت نگهداری آب با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (رابطه ۱).

رابطه ۱) = ظرفیت نگهداری آب  
 $100 \times (\text{وزن بعد از سانتیفریوژ} / \text{وزن قبل از سانتیفریوژ})$   
برای اندازه‌گیری pH گوشت، پنج گرم از نمونه توزین و با ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به طور کامل مخلوط شد. سپس pH هر نمونه در دمای اتاق اندازه‌گیری شد [۱۷]. برای محاسبه افت خونابه بعد از کشتار، مقدار ۲۰ گرم از هر یک از نمونه‌های گوشت وزن شد. نمونه‌ها در پلاستیک زیپ‌دار به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری و بعد از ۲۴ ساعت رطوبت سطحی گوشت سینه با استفاده از کاغذ جاذب رطوبت، جذب و سپس نمونه‌ها مجدداً وزن شدند [۱۷]. مقدار افت خونابه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد. بعد از اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب گوشت، نمونه‌های گوشت درون پلاستیک زیپ‌دار و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد درون حمام آب گرم (بن ماری) قرار گرفتند و بعد از آن نمونه‌ها با آب سرد شدند. سپس نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شدند [۱۷]. مقدار افت حاصل از پخت با استفاده از رابطه ۳، اندازه‌گیری شد.

تیمارهای آزمایشی عبارت از: ۱) جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)، ۲) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ، ۳) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ تخمیرشده، ۴) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + پروبیوتیک کلسپورین® به میزان ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک و ۵) جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور® به مقدار ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک، بودند.

میکروارگانسیم مورد استفاده برای تخمیر، مخمر ساکارومایسیس سرویسیه (PTCC 5269) بود که از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. برای فعال‌سازی، آمپول لیوفیلیزه حاوی مخمر در شرایط استریل شکسته و سپس به محیط کشت وای‌پی‌دی برات تلقیح و پس از رشد، در پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت وای‌پی‌دی آگار کشت داده شد. پتری‌دیش‌ها به مدت هفت روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند. برای انجام فرآیند تخمیر، ابتدا کنجاله گلرنگ آسیاب‌شده در آب به نسبت سه به یک (یک قسمت کنجاله گلرنگ و سه قسمت آب) برای مدت ۶۰ دقیقه غوطه‌ور و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شد. کنجاله گلرنگ اتوکلاو شده در دمای اتاق سرد و با اسپور مخمر ساکارومایسیس سرویسیه (با تراکم  $10^8$  اسپور به ازای هر گرم کنجاله گلرنگ) تلقیح و برای مدت ۴۸ ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. در نهایت، کنجاله گلرنگ تخمیرشده به مدت سه روز در آن با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید [۹]. از مولتی‌آنزیم اندوپاور® و پروبیوتیک کلسپورین® طبق پیشنهاد شرکت سازنده به ترتیب به مقدار ۱۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک استفاده شد. در طول دوره پرورش، جوجه‌ها به صورت آزاد به خوراک و آب آشامیدنی دسترسی داشتند. جیره‌ها برای دوره هفت تا ۳۵ روزگی با توجه به احتیاجات مواد مغذی توصیه‌شده

## تولیدات دامی

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره‌ها

مقدار در جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (درصد)	مقدار در جیره حاوی کنجاله گلرنگ (درصد)	مواد خوراکی
۵۴/۸۱	۴۰/۵۳	ذرت
۳۲/۸۴	۲۵/۸۶	کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)
۰/۰۰	۲۰/۰۰	کنجاله گلرنگ
۸/۰۰	۸/۰۰	گلوتن ذرت
۰/۷۶	۱/۸۰	روغن گیاهی
۱/۴۳	۱/۶۴	کربنات کلسیم
۰/۳۷	۰/۸۲	بی‌کربنات سدیم
۰/۱۷	۰/۲۹	ال- لیزین هیدروکلراید
۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی <sup>۱</sup>
۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی <sup>۲</sup>
۰/۲۳	۰/۲۵	دی‌ال- متیونین
۰/۷۱	۰/۱۲	دی‌کلسیم فسفات
۰/۰۴	۰/۱۰	ال- ترئونین
۰/۱۴	۰/۰۹	نمک
۱۰۰	۱۰۰	جمع
ترکیب مواد مغذی (محاسبه شده)		
۲۹۵۰	۲۹۵۰	انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری در کیلوگرم)
۲۵/۸۷	۲۵/۸۷	پروتئین خام (درصد)
۱/۳۰	۱/۳۰	لیزین (درصد)
۰/۶۵	۰/۶۵	متیونین (درصد)
۰/۹۶	۰/۹۳	متیونین + سیستین (درصد)
۰/۹۷	۰/۹۹	ترئونین (درصد)
۰/۲۷	۰/۲۸	تریپتوفان (درصد)
۰/۸۰	۰/۸۰	کلسیم (درصد)
۰/۳۰	۰/۳۰	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۱۸	۰/۲۰	سدیم (درصد)
۰/۱۶	۰/۱۶	کلر (درصد)
۲۵۰	۲۵۰	تعادل کاتیون-آنیون (میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم)

۱. مکمل ویتامینی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره تأمین می‌نمود: ویتامین A (از vitamin A acetate)، ۱۱۵۰۰ IU؛ کوکله کلسیفرول، ۲۱۰۰ IU؛ ویتامین E (از DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate)، ۲۲ IU؛ ویتامین B<sub>۱۲</sub>، ۰/۶۰ mg؛ ریبوفلاوین، ۴/۴ mg؛ نیکوتین‌آمید، ۴۰ mg؛ کلسیم پانتوتنات، ۳۵ mg؛ منادیون (منادیون دی‌متیل پیریمیدینول)، ۱/۵۰ mg؛ فولیک اسید، ۰/۸۰ mg؛ تیامین، ۳ mg؛ پیریدوکسین، ۱۰ mg؛ بیوتین، ۱ mg؛ کولین کلراید، ۵۶۰ mg؛ اتوکسی کوئین، ۱۲۵ mg.

۲. مکمل معدنی مقادیر زیر را در هر کیلوگرم جیره تأمین می‌نمود: منگنز (از MnSO<sub>۴</sub>.H<sub>۲</sub>O)، ۶۵ mg؛ روی (از ZnO)، ۵۵ mg؛ آهن (از FeSO<sub>۴</sub>.7H<sub>۲</sub>O)، ۵۰ mg؛ مس (از CuSO<sub>۴</sub>.5H<sub>۲</sub>O)، ۸ mg؛ ید [از Ca(IO<sub>۳</sub>)<sub>۲</sub>.H<sub>۲</sub>O]، ۱/۸ mg؛ سلنیم، ۰/۳۰ mg؛ کبالت (Co<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub>)، ۰/۲۰ mg؛ مولیبدن، ۰/۱۶ mg.

## تولیدات دائمی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

در سنین ۲۱ و ۲۸ روزگی، ۰/۲ میلی‌لیتر آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفند (پنج درصد) به عضله سینه تزریق شد و هفت روز پس از تزریق دوم، برای تعیین عیار پادتن از طریق ورید بال خون‌گیری انجام شد. سرم نمونه‌های خون با استفاده از دستگاه سانتریفوژ جدا و عیار پادتن با روش رقیق‌سازی متوالی (سنجش هم‌گلو‌تیناسیون میکروتیتر) اندازه‌گیری شد [۵]. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS [۲۲] (نسخه ۹/۱) برای مدل ۴ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح آماری پنج درصد استفاده شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{رابطه ۴}$$

در این رابطه،  $Y_{ij}$  مقدار مشاهده واحد آزمایشی  $i$  ام در تکرار  $j$  ام؛  $\mu$ ، میانگین جامعه؛  $T_i$ ، اثر تیمار و  $\varepsilon_{ij}$ ، اثر خطای آزمایش است.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد بلدرچین ژاپنی در جدول ۲، ارائه شده است. وزن پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله گلرنگ تخمیرشده و کنجاله گلرنگ همراه با پروبیوتیک و آنزیم از پرندگان شاهد بالاتر بود ( $P < 0/05$ ).

رابطه ۲) = (درصد) افت خونابه

$$100 \times [\text{وزن اولیه} / (\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه})]$$

رابطه ۳) = افت حاصل از پخت

$$100 \times [\text{وزن اولیه قبل از پخت} / (\text{وزن نهایی پس از پخت} - \text{وزن اولیه قبل از پخت})]$$

برای اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی‌آلدئید گوشت، نمونه‌های گوشت مربوط به هر پرند در پاکت‌های مخصوص قرار داده شدند و در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. سپس، یک گرم نمونه گوشت آسیاب و چهار میلی‌لیتر محلول اسید تری‌کلرو استیک پنج درصد به آن اضافه شد. پس از آن ۲/۵ میلی‌لیتر بوتیلات هیدروکسی تولوئن ۰/۸ درصد به آن اضافه گردید. سپس به مدت سه دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ و لایه رویی آن حذف و باقی‌مانده آن با استفاده از کاغذ صافی، صاف شد. بعد از آن سه میلی‌لیتر محلول ۲- اسید تیوباربتوریک ۰/۸ درصد به آن اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از آن بلافاصله سرد گردید. میزان جذب نوری نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد و غلظت مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از منحنی استاندارد به دست آمد [۱۷].

جدول ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن (گرم)، مصرف خوراک (گرم) و ضریب تبدیل غذایی بلدرچین ژاپنی از سن ۷ تا

۳۵ روزگی

تیمار	افزایش وزن (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل
جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)	۱۲۲/۶۶ <sup>c</sup>	۴۳۸/۱۶ <sup>d</sup>	۳/۵۷ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ	۱۲۸/۸۶ <sup>bc</sup>	۵۰۶/۸۱ <sup>b</sup>	۳/۹۳ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ تخمیرشده	۱۳۲/۰۷ <sup>b</sup>	۴۷۹/۰۳ <sup>c</sup>	۳/۶۲ <sup>bc</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + پروبیوتیک کلسپورین®	۱۳۹/۴۴ <sup>a</sup>	۵۲۷/۶ <sup>a</sup>	۳/۷۸ <sup>ab</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور®	۱۴۲/۶۷ <sup>a</sup>	۵۱۵/۷ <sup>ab</sup>	۳/۶۱ <sup>bc</sup>
SEM	۱/۵۰	۳/۷	۰/۰۴
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵

a-d: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیرمشابه معنی‌دار است ( $P < 0/05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

پروبیوتیک کلسپورین® احتمالاً در نتیجه افزایش رشد و تکثیر باکتری‌های مفید و بهبود هضم و جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش می‌باشد. اگرچه تحقیقاتی نیز اشاره بر بی‌اثر بودن پروبیوتیک‌ها بر وزن بدن، خوراک مصرفی یا ضریب تبدیل غذایی دارند [۱۳]، که دلیل عدم هم‌خوانی این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر ممکن است به‌خاطر تفاوت در نوع و مقدار پروبیوتیک و ترکیب جیره مورد استفاده باشد.

افزایش مصرف خوراک در هنگام استفاده از جیره‌های حاوی کنجاله گلرنگ، گزارش شده است [۲۵]. یکی از عوامل اصلی مؤثر بر افزایش وزن طیور، میزان خوراک مصرفی می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله گلرنگ همراه با پروبیوتیک کلسپورین® و مولتی آنزیم اندوپاور®، خوراک بیشتری مصرف کردند که در نتیجه آن، افزایش وزن بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر، مصرف خوراک اردک‌های تغذیه‌شده با کنجاله کلزای تخمیرشده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت [۲۷]. فرایند تخمیر، مصرف خوراک را تحریک و خوش‌خوراکی را بهبود می‌دهد که به‌دلیل بهبود کیفیت مواد مغذی کنجاله تخمیرشده مانند افزایش قابلیت هضم اسیدهای آمینه ضروری و دیگر مواد مغذی مفید مانند پپتیدهای کوچک و آنزیم‌ها پس از تخمیر است [۵ و ۲۴]. گزارش شده است که استفاده از پروبیوتیک حاوی ساکارومایسس سرویسیه در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش معنی‌دار خوراک مصرفی شد [۱۲]. مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در هنگام استفاده از پروبیوتیک لاکتوباسیلوس نیز افزایش یافت [۱۰]. فرآوری خوراک با مولتی‌آنزیم سبب افزایش مصرف خوراک می‌شود [۲۳]. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، گزارش شده است که مصرف کنجاله گلرنگ مکمل‌شده با مولتی آنزیم

مصرف خوراک جیره‌های حاوی کنجاله گلرنگ بیشتر از جیره شاهد بود و در بین تیمارهای حاوی کنجاله گلرنگ نیز افزودن پروبیوتیک کلسپورین® و آنزیم اندوپاور® سبب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک شد ( $P < 0/05$ ). افزودن کنجاله گلرنگ به تنهایی، تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل نداشت اما جیره حاوی کنجاله گلرنگ تخمیرشده و افزودن آنزیم اندوپاور®، به‌طور معنی‌داری ضریب تبدیل را بهبود داد ( $P < 0/05$ ).

مشابه با نتایج تحقیق حاضر، مطالعات نشان داده‌اند که افزودن کنجاله گلرنگ تا سطح ۲۰ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی را نسبت به تیمار شاهد، تغییر نداد [۳]. علت بهبود افزایش وزن با جیره حاوی آنزیم را می‌توان به حضور آنزیم فیتاز در مولتی‌آنزیم اندوپاور® که باعث تجزیه اسید فایتیک شده است، نسبت داد. ترکیب شدن اسید فایتیک با پروتئین‌ها، املاح و نشاسته باعث کاهش قابلیت هضم و جذب آن‌ها می‌شود. آنزیم، پیوند فیبر با پروتئین و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در دیواره سلولی را تجزیه می‌کند و قابلیت هضم فیبر و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای را افزایش می‌دهد [۲۳]. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از پروبیوتیک‌ها در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند موجب بهبود وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی گردد [۱۱]. گزارش شده است که افزودن مخمر ساکارومایسس سرویسیه به خوراک حاوی فیبر بالا در جوجه‌های گوشتی به‌طور قابل‌توجهی افزایش وزن، بازده خوراک مصرفی و قابلیت هضم پروتئین و فیبرخام را بهبود داد [۱۲].

گزارش شده است که تخمیر خوراک با استفاده از باسیلوس سابتلیس و ساکارومایسس سرویسیه باعث بهبود افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی می‌شود [۵]. بهبود عملکرد توسط ساکارومایسس سرویسیه و

## تولیدات دامی

جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری را از نظر وزن لاشه، بازده لاشه و درصد ران و سینه نشان نداد [۱۶]. از سوی دیگر، برخی پژوهش‌گران اظهار داشتند که افزودن مخمر به جیره سبب بهبود اجزای لاشه شد [۱۲] که این نتایج متفاوت ممکن است ناشی از مقدار و نوع مخمر مورد استفاده، سویه پرنده و جیره پایه باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار پادتن علیه آنتی‌ژن گلبول قرمز خون گوسفند در جدول ۳ گزارش شده است. پرندگان تغذیه‌شده با کنجاله گلرنگ تخمیرشده، پروبیوتیک کلسپورین® و مولتی‌آنزیم اندوپاور® عیار پادتن تولیدشده علیه آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفند بالاتری نسبت به پرندگان گروه شاهد داشتند ( $P < 0/05$ ). از ویژگی‌های خوراک‌های تخمیری می‌توان به افزایش تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک و در نتیجه غلظت بالای اسید لاکتیک در خوراک اشاره نمود که در نتیجه آن تغذیه خوراک‌های تخمیری سبب ارتقای سد دفاعی بخش ابتدایی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی در برابر عوامل بیماری‌زا از طریق کاهش pH می‌شود [۱۸]. همچنین تخمیر خوراک موجب افزایش پپتیدهای کوچک و بهبود سیستم ایمنی حیوانات می‌شود [۵ و ۹]. علاوه بر این، در مطالعه‌ای تأثیر کشت مخمر بر افزایش تعداد میکروب‌های سرکوب‌کننده باکتری‌های بیماری‌زا، تأیید شد [۴]. گزارش شده است که استفاده از پروبیوتیک در تغذیه جوجه‌های گوشتی و مرغان تخم‌گذار، عیار پادتن تولیدشده علیه آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفند را افزایش می‌دهد [۲۰]. مکانیسم دقیق بهبود پاسخ ایمنی توسط پروبیوتیک‌ها مشخص نیست. با این حال نشان داده شده است که پروبیوتیک‌ها، سلول‌های مختلف سیستم ایمنی را برای تولید سیتوکین‌ها که در القا و تنظیم پاسخ‌های ایمنی نقش دارد، تحریک می‌کنند [۶]. همچنین، بدن حیوان ورود باکتری‌های پروبیوتیک به دستگاه گوارش را به‌عنوان

کربوهیدراز، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهد [۱۴]. مصرف خوراک بیشتر در جیره حاوی آنزیم، احتمالاً به دلیل قابلیت هضم بالاتر فیبر و بهبود هضم و جذب مواد مغذی در جیره حاوی آنزیم بود. اگرچه برخی از پژوهش‌گران کاهش مصرف خوراک در جیره‌های حاوی آنزیم را به دلیل افزایش قابلیت هضم فیبر و شکسته شدن دیواره سلولی و در نتیجه افزایش دسترسی پرنده به مواد مغذی، گزارش کرده‌اند [۸].

افزودن کنجاله گلرنگ به تنهایی، تأثیری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت اما تخمیر کنجاله و افزودن آنزیم به‌طور معنی‌داری ضریب تبدیل غذایی را تحت تأثیر قرار داد که این امر می‌تواند به دلیل تأثیر مخمر و آنزیم بر هضم پروتئین باشد که دسترسی به پروتئین و جذب آن را برای پرندگان افزایش داده است. گزارش شده است که دیواره سلولی ساکارومایسیس سروسیسه سبب جذب بهتر مواد مغذی از روده و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی در ایلئوم می‌شود [۱۲]. همچنین، مخمرها از طریق کنترل pH می‌توانند جمعیت میکروبی روده را به‌طور مفیدی تغییر دهند [۲۴]. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، افزودن آنزیم همی سل® به جیره باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی شد [۲۹] و در مطالعه‌ای دیگر نیز، استفاده از مکمل آنزیمی در جیره جوجه‌های گوشتی، ضریب تبدیل غذایی را بهبود داد [۲۳].

اثر تیمارهای مختلف بر وزن نسبی اجزای لاشه معنی‌دار نبود (جدول ۳). گزارش شده است که استفاده از ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد دانه گلرنگ در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد، تأثیر معنی‌داری بر وزن لاشه، ران و سینه نداشت [۳]. افزودن پروبیوتیک به جیره نیز بر صفات لاشه طیور تأثیر معنی‌داری نداشت [۱۳]. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، استفاده از مخمر ساکارومایسیس سروسیسه و پروبیوتیک پریمالاک® در

## تولیدات دامی

افزودن کنجاله گلرنگ و فرآوری آن توسط پروبیوتیک و آنزیم به طور چشم‌گیری این افت را کاهش داد. کمترین ظرفیت نگهداری آب نیز مربوط به تیمار شاهد بود. استفاده از کنجاله گلرنگ و افزودن مولتی آنزیم اندوپاور<sup>®</sup> اختلاف معنی‌داری را از نظر این پارامتر ایجاد نکرد اما افزودن پروبیوتیک و تخمیر کنجاله گلرنگ به طور معنی‌داری ظرفیت نگهداری آب گوشت را بهبود داد ( $P < 0/01$ ). میزان مالون‌دی‌آلدئید در گوشت پرندگان تغذیه‌شده با کنجاله گلرنگ تخمیرشده و گلرنگ به‌همراه مولتی آنزیم اندوپاور<sup>®</sup> کمتر از تیمار شاهد بود ( $P < 0/05$ ).

موجود خارجی در نظر گرفته و سیستم ایمنی را در برابر این میکروارگانیسم‌ها تحریک کرده و ایمنی حیوان را افزایش می‌دهد [۲۰ و ۲۱]. آنزیم‌ها با شکستن مولکول‌های بزرگ پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول به پلیمرهای کوچک، باعث کاهش گرانروی مواد هضمی شده و از طریق بهبود جذب مواد ریزمغذی مانند عنصر روی موجب بهبود وضعیت ایمنی پرندگان می‌شوند [۴ و ۲۳].

نتایج نشان دادند که pH و افت خونابه گوشت در تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴) بیشترین افت ناشی از پخت مربوط به تیمار شاهد بود و

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه (درصد) و عیار پادتن تولیدشده علیه آنتی‌ژن گلیبول قرمز گوسفند (لگاریتم بر پایه دو) بلدرچین ژاپنی

عیار پادتن در چالش با گلیبول قرمز گوسفند	لاشه	ران	سینه	تیمار
۵/۱۲ <sup>c</sup>	۶۱/۰۴	۱۳/۹	۲۳/۸۷	جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)
۵/۸۷ <sup>cb</sup>	۶۳/۸	۱۴/۴۱	۲۵/۵۴	جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ
۷/۲۵ <sup>a</sup>	۶۱/۴۹	۱۳/۷۱	۲۵/۷۳	جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ تخمیر شده
۶/۶۲ <sup>ab</sup>	۶۴/۴۶	۱۴/۷۵	۲۵/۸۴	جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + پروبیوتیک کلسپورین <sup>®</sup>
۶/۶۲ <sup>ab</sup>	۶۳/۴۳	۱۴/۷۷	۲۵/۷	جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور <sup>®</sup>
۰/۲۴	۱/۲۹	۰/۳۴	۰/۹۰	SEM
۰/۰۰۰۲	۰/۰۳۰	۰/۱۳۹	۰/۵۲۵	P-value

a-d: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیرمشابه معنی‌دار است ( $P < 0/05$ ).  
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی در حال رشد

تیمار	افت خونابه (درصد)	افت در نتیجه پخت (درصد)	pH	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	مالون‌دی‌آلدئید (میلی‌گرم / کیلوگرم)
جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)	۱۳/۶۵	۲۲/۷۸ <sup>a</sup>	۶/۱۶	۶۷/۸۷ <sup>c</sup>	۰/۱۶۹ <sup>a</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ	۱۲/۶۱	۱۹/۶۰ <sup>b</sup>	۶/۴۹	۷۱/۱۸ <sup>abc</sup>	۰/۱۵۰ <sup>ab</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ تخمیر شده	۱۳/۷۵	۱۷/۹۵ <sup>bc</sup>	۶/۸۰	۷۵/۲۴ <sup>a</sup>	۰/۱۰۱ <sup>b</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + پروبیوتیک کلسپورین <sup>®</sup>	۱۱/۹۵	۱۴/۳۵ <sup>d</sup>	۶/۵۶	۷۲/۴۹ <sup>ab</sup>	۰/۱۲۷ <sup>ab</sup>
جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله گلرنگ + آنزیم اندوپاور <sup>®</sup>	۱۳/۸۸	۱۶/۹۴ <sup>c</sup>	۶/۸۲	۷۰/۸۴ <sup>bc</sup>	۰/۱۰۱ <sup>b</sup>
SEM	۰/۵۹	۰/۵۳	۰/۱۸	۱/۰۰	۰/۰۱۲
P-value	۰/۱۴۶	۰/۰۰۰۱	۰/۱۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۳۱

a-d: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیرمشابه معنی‌دار است ( $P < 0/05$ ).  
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

## تولیدات دامی



بررسی کارایی روش‌ها و الگوهای مختلف مصرف پروبیوتیک بر کیفیت لاشه و میزان اکسیداسیون چربی و پروتئین گوشت بلدرچین ژاپنی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی. ۲۲ (۴): ۷۹-۶۹.

۳. ملکیان م و حسن آبادی ا (۱۳۹۰) تأثیر سطوح مختلف دانه کامل گلرنگ بر عملکرد جوجه‌های گوشتی از سن ۲۱ تا ۴۲ روزگی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۳ (۱): ۸-۱.

4. Bedford MR (2009) The use of NSPases for improving efficiency of nutrient extraction from corn for poultry. Poultry Bulletin. 11: 91-114.
5. Cheema M, Qureshi M and Havenstein G (2003) A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science. 82: 1519-1529.
6. Christensen HR, Frokiaer H and Pestka JJ (2002) *Lactobacilli* differentially modulate expression of cytokines and maturation surface markers in murine dendritic cells. Journal of Immunology. 168: 171-178.
7. Costa CC, Goulart DF, Figueiredo CF, Oliveira S and Silva JHV (2008) Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. International Journal of Poultry Science. 7: 311-314.
8. Crouch AN, Grimes JL, Ferket PR and Thomas LN (1997) Enzyme supplementation to enhance wheat utilization in starter diets for broilers and turkeys. Journal of Applied Poultry Research. 6: 147-154.
9. Feng J, Liu X, Xu ZR, Lu YP and Liu YY (2007) The effect of *Aspergillus oryzae* fermented soybean meal on growth performance, digestibility of dietary components and activities of intestinal enzymes in weaned piglets. Animal Feed Science and Technology. 134: 295-303.
10. Joy AD and Samuel JJ (1997) Effect of probiotic supplementation on the performance of broilers. Journal of Veterinary and Animal Science. 28: 10-14.
11. Kabir SML, Rahman MM and Rahman MB (2005) Potentiation of probiotics in promoting microbiological meat quality of broilers. Journal of Bangladesh Agricultural Science and Technology. 2: 93-96.

پروبیوتیک‌ها از راه‌هایی چون افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید دستگاه گوارش، افزایش سلامت روده و بهبود ظرفیت جذب آن در بهبود کیفیت گوشت نقش دارند. همچنین، پروبیوتیک‌ها با داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی، مانع از اکسیداسیون گوشت و در نتیجه باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب گوشت می‌شوند. گزارش شده است که گوشت با ظرفیت نگهداری بالاتر آب، دارای افت در نتیجه پخت کمتری نیز می‌باشد [۱۲] و [۲۶]. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، گزارش شده است که ساکارومایسیس سرویسیه کیفیت گوشت را بهبود می‌دهد [۲۸]. البته در تحقیق دیگری گزارش شد که افزودن پروبیوتیک به جیره بلدرچین تأثیری بر کیفیت گوشت آن نداشت و تنها میزان رطوبت گوشت را تحت تأثیر قرار داد [۲].

به‌طور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که استفاده از کنجاله فرآوری‌نشده گلرنگ اثر منفی بر عملکرد بلدرچین ژاپنی ندارد و با توجه به کمبود و گرانی کنجاله سویا و ذرت در کشور، به‌کارگیری تکنیک‌های فرآوری میکروبی و آنزیمی جهت استفاده بیشتر و مؤثرتر از آن در تغذیه بلدرچین توصیه می‌شود.

## سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه زابل جهت حمایت مالی این آزمایش (گرنه شماره UOZ-GR-9517-10)، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

۱. آلیاری ه و شکاری ف (۱۳۷۹) دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. چاپ اول، انتشارات عمیدی، تبریز.
۲. سیفی ک، کریمی ترشیزی م ا و رحیمی ش (۱۳۹۱)

## تولیدات دامی

12. Kapila S and Vibhasinha PR (2006) Antioxidative and hypocholesterolemic effect of *Lactobacillus casei* spp casei (biodefensive properties of *Lactobacilli*). Indian Journal of Medical Sciences. 60: 361-370.
13. Karaoglu M and Durdag H (2005) The influence of dietary probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation and different slaughter age on the performance, slaughter and carcass properties of broilers. International Journal of Poultry Science. 4: 309-316.
14. Kocher A, Choct MD, Morrisroe L and Broz Y (2001) Effect of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets. Australian Journal of Agricultural Research. 52: 447-452.
15. Kuzmicy DD and Kohler GO (1968) Safflower meal utilization as a protein source for broiler rations. Poultry Science. 47: 1266-1270.
16. Martin SA, Nisbet BJ and Dean RG (1989) Influence of a commercial yeast supplement on the *in vitro* ruminal fermentation. Nutrition Reproduction International. 40: 395-403.
17. Mehri M, Sabaghi V and Bagherzadeh-Kasmani F (2015) *Mentha piperita* (peppermint) in growing Japanese quails' diet: Serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. Animal Feed Science and Technology 206: 57-66.
18. Niba AT, Beal Jd, Kudi AC and Brooks PH (2009) Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. African Journal of Biotechnology. 8: 1758-1767.
19. National Research Council (1994) Nutrient Requirements of Poultry. 9<sup>th</sup> Revised Edition, National Academy Press, Washington, DC.
20. Panda AK, Reddy MR and Ramarao SV (2000) Effect of dietary supplementation of probiotic on performance and immune response of layers in decline phase of production. Indian Journal of Poultry Science 35: 102-104.
21. Panda AK, Reddy MR, Rao SVR, Raju MVLN and Praharaj NK (1999) Effect of dietary inclusion of probiotic on growth, carcass traits and immune response in broilers. Indian Journal of Poultry Science 34: 343-346.
22. SAS (2004) *SAS User's Guide: Statistics*. 9.1 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
23. Scott TA, Swift ML and Bedford MR (1997) Influence of feed milling, enzyme supplementation and nutrient regimen on broiler chick performance. Journal of Applied Poultry Research. 6: 391-398.
24. Song YS, Frias J, Martinez-Villaluenga C, Vidal-Valverde C and de Mejia EG (2008) Immunoreactivity reduction of soybean meal by fermentation, effect on amino acid composition and antigenicity of commercial soy products. Food Chemistry. 108: 571-581.
25. Taibipour K and Kermanshahi H (2004) Effect of levels of tallow and NSP degrading enzyme supplements on nutrient efficiency of broiler chickens. Proceedings of the Annual Conference of the British Society of Animal Science 273: 5-7. University of York, UK.
26. Warris P D (2000) Meat science. An introductory text. New York: CABI Publishing. Inc.
27. Xu F, Li ZLM, Xu JP, Qian K, Zhang ZD and Liang ZY (2011) Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 24: 678-684.
28. Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB and Lee CH (2005) Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. Poultry Science. 84: 1015-1021.
29. Zou XT, Qiao XJ and Xu ZR (2006) Effect of  $\beta$ -mannanase (Hemicell<sup>®</sup>) on growth performance and immunity of broiler. Poultry Science. 85: 2176-2179.



## Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 20 ■ No. 4 ■ Winter 2019

### Effect of Safflower Meal Containing Microbial and Enzyme Supplementations on Performance, Meat Quality and Humoral Immunity of Japanese Quail

Sharifeh Ghavidel Heydari<sup>1</sup>, Farzad Bagherzadeh Kasmani<sup>2\*</sup>, Mehran Mehri<sup>2</sup>

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

Received: June 1, 2018

Accepted: September 19, 2018

#### Abstract

This experiment was conducted to assess the effect of safflower meal (SFM) containing microbial and enzyme supplementations on performance, meat quality and humoral immunity of Japanese quail. A total of 300 seven-days-old Japanese quails were assigned in a completely randomized design to five treatments, four replications and 15 chicks in each replication. The experimental treatments included 1) a corn and soybean meal based diet (control) 2) diet containing 20% SFM 3) diet containing 20% Fermented SFM 4) diet containing 20% SFM + Calsporin<sup>®</sup> probiotic at a rate of 50 mg/kg feed and 5) diet containing 20% SFM+ Endo-Power<sup>®</sup> enzyme to the amount of 125 mg/kg feed. The results of this study showed that the use of fermented SFM, Calsporin<sup>®</sup> probiotic and enzyme treatments improved weight gain and feed intake of chicks when compared to control group ( $P < 0.05$ ). The feed conversion ratio for the chicks in control group and quails receiving diets containing fermented SFM and SFM+ Endo-Power<sup>®</sup> enzyme was lower than that of other experimental groups ( $P < 0.05$ ). Birds fed with SFM had lower meat cooking loss ( $P < 0.05$ ). The meat water holding capacity and also antibody titer against sheep red blood cell (SRBC) were higher in treatment receiving fermented SFM when compared to control group ( $P < 0.05$ ). According to the positive effects of nutrition with fermented SFM and containing probiotic and enzyme supplements on performance, meat quality and immunity system of Japanese quail, this accessible and inexpensive source of protein could be used in quail diet.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*, enzyme, fermentation, Japanese quail, *Saccharomyces cerevisiae*.