تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰
صفحه‌های ۶۷۹-۶۷۱
DOI: 10.22059/jap.2021.294276.623484

مقاله پژوهشی

اثر عصاره مالت بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی

محمدرضا رضوانی[1*]، مهدی عباسی[2]، شهین ثابت[3]
۱. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۳. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹

چکیده
این پژوهش با هدف بررسی اثر عصاره مالت بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی و جمعیت میکروبی روده کور جوجه‌های گوشتی در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره طراحی و بررسی شد. برای انجام این آزمایش، از ۲۵۶ قطعه جوجه گوشتی سویه کاب ۵۰۰ مخلوط هر دو جنس در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، هشت تکرار و هشت قطعه پرنده در هر تکرار از سن ۱۴ تا ۴۹ روزگی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه فاقد مواد افزودنی (شاهد) و جیره پایه حاوی سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد عصاره مالت بودند. اثر تیمارها بر صفات عملکرد رشد، طول و وزن روده، گوارش‌پذیری مواد مغذی و شمار باکتری اشرشیاکلای و لاکتوباسیلوس روده کور اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره، افزودن عصاره مالت در سطح ۰/۳ درصد، بدون تأثیر بر مصرف خوراک، بیش‌ترین افزایش وزن روزانه و کم‌ترین ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با سایر تیمارها ایجاد کرد ($P\leq$ ۰/۰۵). هم‌چنین، جیره حاوی ۰/۳ درصد عصاره مالت باعث بهبود گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین، چربی و کاهش جمعیت باکتری اشرشیاکلای شد ($P\leq$ ۰/۰۵). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، می‌توان از عصاره مالت به میزان ۰/۳ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی برای بهبود عملکرد و سلامت دستگاه گوارش استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: اشرشیاکلای، جوجه گوشتی کاب، دستگاه گوارش، رشد، عصاره مالت.

Effect of malt extract on growth performance, nutrient digestibility, and cecal microflora in broilers

Mohammad Reza Rezvani[1*], Mehdi Abbasi[2], Shahin Sabet[3]
1. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
3. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran.
Received: July 6, 2020 Accepted: June 9, 2021

Abstract
This study aimed to investigate the effect of malt extract on growth performance, nutrient digestibility, and cecum microbial population of broilers in grower, finisher, and whole periods. For this experiment, 256 pieces of mixed female and male day-old Cobb 500 broiler chicks were used in a completely randomized design with 4 treatments, 8 replications, and 8 birds per replicate from 14 to 49 days of age. Experimental treatments included a basal diet without additive (control) and a basal diet containing levels of 0.1, 0.2, and 0.3 percent malt extract. The effect of treatments on growth performance, intestinal length and weight, nutrient digestibility, and the number of *Escherichia coli* and *Lactobacillus* in cecum were measured. The results showed that in grower, finisher, and whole periods, the addition of malt extract at the level of 0.3 percent, without affecting feed intake, produced the highest daily weight gain and lowest feed conversion ratio compared to other treatments ($P\leq0.05$). Also, the diet containing 0.3 percent of malt extract improved the digestibility of dry matter, protein, and fat and decreased the number of *Escherichia coli* in the cecum ($P\leq0.05$). According to the results, 0.3 percent malt extract can be used in the diet of broilers to improve the performance and health of gastrointestinal tract.

Keywords: Cobb Broilers, *Escherichia coli*, Gastrointestinal tract, Growth, Malt extract

* نویسنده مسئول
Email: Rezvani@shirazu.ac.ir

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان مواد محرک رشد در جیره پرندگان اهلی از طریق سرکوب‌کردن باکتری‌ها، سبب کاهش تنش، بهبود گوارش و جذب مواد مغذی و در نهایت بهبود انرژی قابل دسترس برای پرنده می‌شوند، اما به‌دلیل از بین‌بردن تمام باکتری‌های مفید و مضر و ایجاد مقاومت در باکتری، مصرف آن‌ها پس از مدتی محدود شده است [٤]. به همین دلایل، امروزه پژوهش‌گران به‌دنبال یافتن مواد جایگزین محرک رشد از جمله پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، فیتوبیوتیک‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بدون عوارض جانبی هستند.

جو متعلق به خانواده گراس‌ها و از پرمصرف‌ترین و قدیمی‌ترین غلات در میان محصولات زراعی است و تولید آن به‌طور عمده (۸۰ تا ۹۰ درصد) برای خوراک دام و تولید مالت است [۱۲]. عصاره مالت که در فرایند تخمیر، از جوانه جو به‌دست می‌آید، به‌دلیل واکنش‌های تخمیر و قهوه‌ای‌شدن، ویژگی آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری از خود نشان می‌دهد [١٤]. هم‌چنین، عصاره مالت یک منبع غنی از ویتامین‌های گروه ب مثل ریبوفلاوین، نیاسین، فولات و پیریدوکسین است. این ویتامین‌ها به‌عنوان کوفاکتور آنزیم‌هایی عمل می‌کنند که در مسیرهای متابولیکی تولید انرژی از کربوهیدرات، چربی و پروتئین نقش مهمی دارند [۲، ١٦ و ٢٤]. از دیگر ترکیبات فعال در عصاره مالت، کربوهیدرات‌های دیواره سلولی مخمر مثل بتا ۱ و ۳ گلوکان، بتا ۱ و ٦ گلوکان و الیگوساکارید مانان است.

در یک پژوهش، محصول مخمر در سطح ۰/۲۵ درصد، باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک، افزایش وزن بدن، بهبود گوارش‌پذیری کلسیم، فسفر و انرژی و افزایش ارتفاع پرزها نسبت به عمق در دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم شد. این مخمر توانست عملکرد سیستم ایمنی را نیز در جوجه آلوده به کوکسیدیوز بهبود بخشد [7]. در پژوهش دیگری اثرات سودمند محصول سلولی مخمر، در جوجه آلوده به گونه آیمریا تأیید شد، به‌طوری‌که سبب افزایش اکسید نیتریک ماکروفاژ و تولید سیتوکین‌ها، بهبود افزایش وزن بدن و بازده خوراک و کاهش تعداد اووسیت کوکسیدیوز مدفوع در طول آلودگی به کوکسیدیا شد [۵]. هم‌چنین، عصاره مالت جو در سطح ۰/۲ درصد به‌همراه ۰/٤ درصد از سرکه مالت، افزایش جذب ظاهری سطح ژژنوم، افزایش وزن روزانه بدن و به‌طور هم‌زمان کاهش ضریب تبدیل خوراک را در مقایسه با پرندگان گروه شاهد به‌دنبال داشت [۲۲]. با توجه به آثار سودمند مخمر، ویتامین‌های گروه ب و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در عصاره مالت، این مطالعه با هدف بررسی اثر عصاره مالت بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری و فلور میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، با استفاده از ۲٥٦ قطعه جوجه گوشتی مخلوط هر دو جنس سویه کاب ۵۰۰ (١٤ تا ٤٩ روزگی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و هشت تکرار **انجام شد.** در ١٤ روز اول به همه واحدهای آزمایشی جیره یکسان داده شد. پس از آن، هشت جوجه به‌طور تصادفی با میانگین وزنی ۸± ۲۳۸ گرم در هر یک از ۳۲ واحد آزمایشی قرار گرفتند. دمای سالن در ابتدا ۳۳ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد و سپس هر هفته سه درجه کاهش یافت تا به دمای ثابت ۲۱ درجه سانتی‌گراد در سن ۲۸ روزگی رسید. مصرف آب و خوراک برای همه جوجه‌ها به شیوه آزاد بود. جیره آغازین به‌صورت کرامبل برای ١٤ روز اول تغذیه شد. جیره‌های موردنیاز در طول دوره رشد و پایانی با استفاده از نیازهای غذایی موجود در جدول احتیاجات سویه کاب ۵۰۰ سال ۲۰۱۲ و نرم‌افزار جیره‌نویسی WUFFDA تنظیم شد (جدول ۱).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین (صفر تا ١٤ روزگی)، رشد (١٥ تا ٢٢ روزگی)، پایانی یک (٢٣ تا ٤٢ روزگی) و پایانی دو (٤٣ تا ٤٩ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	دوره آغازین (۰ تا ١٤ روزگی)	دوره رشد (١٥ تا ٢٢ روزگی)	دروه پایانی یک (٢٣ تا ٤٢ روزگی)	دروه پایانی دو (٤٣ تا ٤٩ روزگی)
ذرت	٥٧/٥٥	٥٨/٢٤	٥٨/٥٣	٦٠/٩٨
کنجاله سویا (٤٤ درصد پروتئین در دوره رشد و پایانی)	٣٦/٩٣	٣٧/٠١	٣٦/٠٠	٣٤/٠٠
روغن آفتابگردان	٢/٠٠	١/٠٠	١/٣٠	١/٥٠
دی‌کلسیم‌فسفات	١/٥٠	١/٤٥	١/٤٢	١/٤٠
سنگ آهک	٠/٩٥	١/٠٦	١/٠١	٠/٩٨
نمک	٠/٣٠	٠/٤٢	٠/٤٢	٠/٤٢
[1]مکمل معدنی	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
[1]مکمل ویتامینی	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
دی ال متیونین	٠/٢	٠/٢٢	٠/١٢	٠/١٢
ال لیزین	٠/٠٧	٠/١٠	٠/١٠	٠/٠٠
ترکیب مواد مغذی				
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	٣٠٠٠	٢٩٣٣	٢٩٥١	٢٩٩١
پروتین (درصد)	٢١/٥٥	٢٠/٧٨	٢٠/٠٥	١٩/٧٦
کلسیم (درصد)	٠/٩٥	٠/٨٣	٠/٨٠	٠/٧٨
فسفر فراهم (درصد)	٠/٤٢	٠/٤٣	٠/٤٠	٠/٤٠
کلر (درصد)	٠/٢٤	٠/٣٠	٠/٢٨	٠/٢٦
سدیم (درصد)	٠/٢١	٠/١٨	٠/١٨	٠/١٧
لیزین (درصد)	١/٢٩	١/١٥	١/١٣	١/١٠
متیونین (درصد)	٠/٥٥	٠/٥٥	٠/٥٢	٠/٤٥
متیونین–سیستئین (درصد)	٠/٩٢	٠/٨٧	٠/٨٢	٠/٧٧

۱. هر گرم مکمل ویتامینی و معدنی شامل ویتامین A، ٧/٥٠٠ IU؛ ویتامین D3، ٣/٠٠٠ IU؛ ویتامین E، ١٠IU؛ فولیک اسید، ٠/٥ میلی‌گرم؛ پانتوتنیک ٨ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ١/٨ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ٥/٣ میلی‌گرم؛ ویتامین K، ٢میلی‌گرم؛ تیامین، ٢ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ١٢/٥میکروگرم؛ بیوتین، ٠/١٥ میلی‌گرم؛ ید، 1 میلی‌گرم؛ سلنیوم، ٠/١٥ میلی‌گرم؛ نیاسین، ٢٤ میلی‌گرم؛ کولین، ٣٥٠ میلی‌گرم؛ مس، ٦ میلی‌گرم؛ آهن، ٣٠ میلی‌گرم؛ روی، ٥٠ میلی‌گرم؛ منگنز، ٨٠ میلی‌گرم.

تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه فاقد مواد افزودنی (شاهد) و جیره پایه حاوی سطوح ٠/١، ٠/٢ و ٠/٣ درصد عصاره مالت (کنسانتره ماءالشعیر؛ شرکت نیرومالت، خراسان) بود. عصاره مالت مایع به جیره اضافه شد. ترکیب و محتوای ماده فعال در عصاره مالت (قارچ‌های مفید کشت داده شده خشک، از جمله ساکارومیسس سرویسیه) شامل ترکیباتی، از جمله؛ بتا ١ و ٣ و بتا ١ و ٦ گلوکان، الیگوساکاریدهای مانان، نوکلئوتید، اینوزیتول و گلوتامین هستند. در پایان هر هفته، پرنده‌ها وزن‌کشی شده و مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن روزانه و ضریب

تبدیل خوراک محاسبه شد. وزن اولیه پرنده‌ها به‌عنوان کوواریت در مدل آماری منظور شد. در پایان آزمایش (سن ٤٩ روزگی)، از هر واحد آزمایشی یک جوجه خروس در محدوده میانگین هر تکرار انتخاب و وزن شد و پس از کشتار، طول و وزن روده کوچک، در فاصله یک سانتی‌متر مانده به زائده مکل تا دو سانتی‌متر قبل از اتصال ایلئوم به روده کور، اندازه‌گیری شد.

به‌منظور اندازه‌گیری جمعیت میکروبی از محتویات روده کور نمونه‌برداری صورت گرفت. در آزمایشگاه به لوله اول پنج میلی‌لیتر محیط کشت مایع نوترینت براس (Nutrient Broth, Abosina Company, Iran) اضافه شد. پس از همگن‌شدن نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از هر واحد آزمایشی، نیم گرم از نمونه وزن شد و سپس با دستگاه شیکر به‌خوبی مخلوط شد. به پنج لوله آزمایش بعدی هر کدام ٤/٥ میلی‌لیتر محلول کشت اضافه شد. پس از مخلوط‌کردن، نیم میلی‌لیتر از لوله اول برداشته و به لوله دوم ریخته شد. به همین ترتیب، رقیق‌سازی تا لوله آخر ادامه داده شد تا به رقت 10^{-6} رسید. از هرکدام از لوله‌ها ١٠٠ میکرولیتر برداشته و به پلیت‌های دارای محیط کشت اشرشیاکلای و لاکتوباسیلوس‌ها انتقال داده شد. برای باکتری اشرشیاکلای محیط کشت مکانکی آگار و برای باکتری لاکتو باسیلوس محیط کشت ام. آر. اس آگار استفاده شد. پس از این مرحله، پلیت‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای ٣٧ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان، هرکدام از رقت‌ها (10^{-1} تا 10^{-6}) که بین ٣٠ تا ٣٠٠ کلنی داشت شمارش باکتری در هر کلونی زیر میکروسکوپ انجام و تعداد باکتری در هر گرم نمونه از رابطه (١) محاسبه شد [١٩].

رابطه ١) = تعداد باکتری

عکس رقت× حجمی از محلول که روی پلیت ریخته شد× تعداد کلنی × تعداد باکتری در هر کلنی

هم‌چنین، در پایان دوره، محتویات موجود در ایلئوم پرنده‌ها برای هر تکرار به‌صورت جداگانه جمع‌آوری و مخلوط شد. نمونه‌ها به‌سرعت به فریزر با دمای ٢٠- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و قبل از اندازه‌گیری مواد مغذی (ماده خشک، چربی خام و پروتئین خام) در آون خلأ در دمای ٥٠ تا ٦٠ درجه سانتی‌گراد با فشار ١٥- اتمسفر به‌مدت ١٠ تا ١٢ ساعت، خشک شدند. برای افزایش دقت، هر کدام از فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌شده با دو تکرار انجام شد. درصد پروتئین خام، چربی خام، ماده خشک و خاکستر نامحلول در اسید (AIA) به‌عنوان مارکر غیرقابل گوارش در نمونه‌های خوراک و پیش سکومی با روش تجزیه تقریبی تعیین شد. سپس گوارش‌پذیری مواد مغذی با استفاده رابطه رابطه (٢) محاسبه شد [١].

رابطه ٢) = درصد گوارش پذیری ماده مغذی

$$100 - \left(\left(\frac{\text{درصد مارکر موجود در خوراک}}{\text{درصد مارکر موجود در مواد گوارشی}}\right) \times \left(\frac{\text{درصد ماده مغذی موجود در مواد گوارشی}}{\text{درصد ماده مغذی موجود در خوراک}} \times 100\right)\right)$$

داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ٩/٤)، برای رابطه (٣) تجزیه [٢١] و میانگین تیمارها با کمک آزمون میانگین حداقل مربعات (LSM) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ٣) $y_{ij} = \mu + T_i + \alpha(w_{ij} - \bar{w}) + e_{ij}$

در این رابطه y_{ij}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین صفت موردمطالعه؛ T_i، اثر تیمار؛ α، ضریب رگرسیون صفات موردبررسی بر وزن ١٤ روزگی؛ Wij، میانگین وزن پرنده‌های هر تکرار در هر تیمار در سن ١٤ روزگی و $\bar{w}$ میانگین وزن پرنده‌ها در سن ١٤ روزگی است.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول (٢) گزارش شده است. در دوره‌های رشد،

پایانی و کل دوره، پرندگانی که ۰/۳ درصد عصاره مالت در جیره خود دریافت کردند افزایش وزن روزانه بیش‌تر و ضریب تبدیل کم‌تری از سایر تیمارها داشتند (P ≤۰/۰۵). افزودن عصاره مالت اثری بر مصرف خوراک نداشت.

هماهنگ با یافته‌های این پژوهش، گزارش شده است عصاره مالت جو به‌همراه سرکه مالت منجر به افزایش وزن روزانه و به‌طور هم‌زمان کاهش ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی می‌شود [۲۲]. همان‌گونه که در قسمت نتایج گوارش‌پذیری مواد مغذی و فلور میکروبی نشان داده شده است (جدول‌های ٤ و ٥)، دستگاه گوارش پرندگان در تیمار ۰/۳ درصد عصاره مالت، کارایی بهتری نسبت به تیمارهای دیگر از خود نشان داده‌اند. این نتایج با نتایج سایر پژوهش‌گران مبنی بر افزایش گوارش‌پذیری با بهبود فلور میکروبی مفید دستگاه گوارش در پژوهش‌های دیگر هم به اثبات رسیده است [۷، ۲۰ و ۲۳]. هم‌چنین، افزودن ۰/۰۵ درصد الیگوساکارید مانان (یکی از ترکیبات عصاره مالت) به جیره جوجه‌های گوشتی، از راه بهبود پاسخ ایمنی هومورال و سلولی، سبب بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک شد [۸].

جدول ۲. اثر عصاره مالت بر افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های رشد (۱۵ تا ۲۲ روزگی)، پایانی (۲۳ تا ٤۹ روزگی) و کل دوره (۱۵ تا ٤۹ روزگی) پرورش جوجه‌های گوشتی (میانگین ± خطای استاندارد)

افزایش وزن روزانه (گرم)	تیمار	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
	شاهد	٤۷/۵۳ ± ۰/۵۸^{b}	۸۰/۰۲ ± ۰/۹۰^{b}	٦۷/٤۰ ± ۰/۳۹^{b}
	۰/۱ درصد عصاره مالت	٤۷/۷٦ ± ۰/۵٤^{b}	۷۹/۸۵ ± ۰/۹۰^{b}	٦۷/۳۲ ± ۰/۳۹^{b}
	۰/۲ درصد عصاره مالت	٤۸/٦۱ ± ۰/۵۳^{b}	۸۰/۷۸ ± ۰/۹۰^{b}	٦۸/۱۳ ± ۰/۳۹^{b}
	۰/۳ درصد عصاره مالت	۵۰/۳۳ ± ۰/۵۷^{a}	۸۳/٤۸ ± ۰/۹۰^{a}	۷۱/۰۱ ± ۰/۳۹^{a}
P-value		۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک روزانه (گرم)	تیمار	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
	شاهد	۷۷/۹٤ ± ۰/۵٦	۱٦۵/۸۷ ± ۰/۷۳	۱۳۰/۸٤ ± ۰/٦۵
	۰/۱ درصد عصاره مالت	۷۷/۹۹ ± ۰/٤۸	۱٦٤/۸۰ ± ۰/٦۸	۱۳۰/۰۸ ± ۰/٦۵
	۰/۲ درصد عصاره مالت	۷۸/۵٤ ± ۰/٤۸	۱٦۵/۳۱ ± ۰/٦۸	۱۳۰/٦۰ ± ۰/٦۵
	۰/۳ درصد عصاره مالت	۷۷/۸۳ ± ۰/٤۸	۱٦٦/۳۵ ± ۰/۷۳	۱۳۰/۹۵ ± ۰/٦۵
P-value		۰/۲٦	۰/۸۷	۰/۹۰
ضریب تبدیل خوراک	تیمار	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
	شاهد	۱/٦٤ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۰۵ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۹٤ ± ۰/۰۱^{a}
	۰/۱ درصد عصاره مالت	۱/٦۳ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۰٦ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۹٤ ± ۰/۰۱^{a}
	۰/۲ درصد عصاره مالت	۱/٦۱ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۰٤ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۹۲ ± ۰/۰۱^{a}
	۰/۳ درصد عصاره مالت	۱/۵٤ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۹۷ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۸۵ ± ۰/۰۱^{b}
P-value		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P ≤۰/۰۵).

جدول ۳. اثر عصاره مالت بر طول روده و وزن نسبی روده نسبت به وزن زنده جوجه‌های گوشتی (میانگین± خطای استاندارد)

تیمار	طول روده (سانتی‌متر)	وزن روده خالی (درصد)
شاهد	۷۵/۶۲ ±۳/۳۶^{b}	۰/۷۲ ± ۰/۰٤^{b}
۰/۱ درصد عصاره مالت	۷۸/۷۵ ± ۳/۳٦^{b}	۰/۷۷ ± ۰/۰٤^{ab}
۰/۲ درصد عصاره مالت	۷۷/۸۷ ± ۳/۳٦^{b}	۰/۷۸ ± ۰/۰٤^{ab}
۰/۳ درصد عصاره مالت	۹۰/۱۲ ± ۳/۳٦^{a}	۰/۸۲ ± ۰/۰٤^{a}
P-value	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P ≤۰/۰۵).

جدول ٤. اثر عصاره مالت بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی در پایان دوره آزمایش (میانگین± خطای استاندارد)

تیمار	ماده خشک (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)
شاهد	۵۲/۱۱ ۰±/٦^{c}	۵۵/٤۳ ± ۱/۳۲^{b}	٤٦/۵۰ ± ۰/۸۸^{c}
۰/۱ درصد عصاره مالت	۵۲/۲۲ ۰±/٦^{c}	۵٦/٤۷ ± ۱/۳۲^{b}	٤۷/۰۵ ± ۰/۸۸^{c}
۰/۲ درصد عصاره مالت	۵٤/۳۷ ± ۰/٦^{b}	۵۷/۳٦ ± ۱/۳۲^{b}	۵۲/۵۰ ± ۰/۸۸^{b}
۰/۳ درصد عصاره مالت	۵۷/۱۳ ± ۰/٦^{a}	٦۲/۲٦ ± ۱/۳۲^{a}	۵۸/۲۸ ± ۰/۸۸^{a}
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P ≤۰/۰۵).

علاوه بر الیگوساکارید مانان، عصاره مالت دارای ترکیبات فنلی مانند فلاوونوئیدها، اسیدهای فنلی، ترپن‌ها و تانن‌ها است که می‌توانند با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود، اثرات مثبتی بر عملکرد رشد داشته باشند [۲۰].

اثر تیمارهای آزمایشی بر طول روده و وزن نسبی آن نسبت به وزن زنده جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) گزارش شده است. طول روده پرندگانی که جیره حاوی ۰/۳ درصد عصاره مالت دریافت کردند بیش‌تر از سایر پرندگان بود و وزن روده خالی در این جوجه‌ها از پرندگان شاهد سنگین‌تر بود (P ≤۰/۰۵؛ جدول ۳).

پژوهش‌های پیشین نشان داد که کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم موجود در مخمر می‌توانند باعث جلوگیری از فعالیت باکتری‌های مضر شوند. هم‌چنین باعث افزایش سلول‌های گابلت می‌شوند که در دستگاه گوارش باعث ترشح موسین می‌شوند. این دو عامل می‌توانند رشد و نمو بافت روده را بهبود بخشند [٦ و ۱۱]. تمایز و رشد بافت روده نشان‌دهنده سلامت این اندام است. در پژوهشی، مصرف ۰/۱ درصد الیگوساکارید مانان باعث افزایش ارتفاع ویلی‌ها در روده شد [٤]. افزایش ارتفاع ویلی‌ها نشان‌دهنده افزایش سطح و در پی آن افزایش وزن روده است. به‌خاطر همین دلایل ممکن است طول و وزن روده در تیمار مصرف‌کننده جیره دارای ۰/۳ درصد عصاره مالت بیش‌تر باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جدول (٤) گزارش شده است. جیره دارای ۰/۳ درصد عصاره مالت، اثر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین و چربی داشت (P ≤۰/۰۵)، به‌طوری‌که پرندگان این تیمار نسبت به بقیه تیمارها، گوارش‌پذیری بیش‌تری نشان دادند.

بهبود سلامت دستگاه گوارش به‌واسطه وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در عصاره مالت، ممکن

است به افزایش ظرفیت گوارش و جذب مواد مغذی و در نتیجه افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین و چربی کمک کرده باشد [۲۳]. عصاره مالت دارای ترکیبات فنلی است که با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود، آثار مثبتی بر فعالیت بافت‌های بدن می‌گذارد [۲۰]. گزارش شده است عصاره مالت یک آنتی‌اکسیدان قوی در داخل بدن است که قادر به مهار رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید و حفاظت از ارگانیسم در برابر آسیب بیولوژیکی می‌باشد [۱۸]. مصرف ۰/۲۵ درصد مخمر باعث افزایش گوارش‌پذیری پروتئین شد و ازآنجاکه بخش قابل‌توجهی از بافت ماهیچه را پروتئین تشکیل می‌دهد، بهبود گوارش‌پذیری پروتئین و در نتیجه فراهم‌شدن مقدار مناسب و کافی از اسیدهای آمینه، در نهایت بهبود کیفیت و وزن گوشت تولیدی را به‌دنبال داشت [۷].

چربی نیز بخش مهمی از جیره غذایی را تشکیل می‌دهد. چربی‌های غیراشباع از منابع مهم اکسیدانی در جیره غذایی و بافت بدن به‌شمار می‌آیند که بهبود گوارش و جذب آن‌ها باعث کاهش تجمع در بافت‌های غیرمتعارف بدن (ناحیه شکمی) و در نتیجه حفظ کیفیت گوشت می‌شود. نمک‌های صفراوی که در کبد از کلسترول سنتز می‌شوند، باعث امولسیون‌شدن اسیدهای چرب در روده کوچک، بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارش چربی و در نهایت بهبود گوارش‌پذیری چربی می‌شوند [۱۵]. از طرف دیگر، نمک‌های صفراوی به‌دلیل خاصیت اسیدی خود، باعث آسیب به دیواره باکتری‌های گرم منفی از جمله اشرشیاکلای می‌شوند [۱۷]. در این شرایط، مکانیسم دفاعی اصلی که توسط باکتری‌های گرم منفی مورد استفاده قرار می‌گیرد، شکستن فعال نمک‌های صفراوی است که در نهایت به کاهش گوارش‌پذیری چربی منجر می‌شود [۹]. ممکن است عصاره مالت با کاهش‌دادن تعداد باکتری‌های اشرشیاکلای (جدول ۵) باعث حفظ نمک‌های صفراوی و بهبود گوارش‌پذیری چربی شده باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر شمار باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشرشیاکلای روده کور در جدول (۵) گزارش شده است. جیره دارای ۰/۳ درصد عصاره مالت فلور میکروبی دستگاه گوارش را تغییر داد و اثر معنی‌داری بر کاهش باکتری‌های اشرشیاکلای داشت ($P \leq ۰/۰۵$).

در پژوهشی کربوهیدرات‌های موجود در مالت (بتاگلوکان و الیگوساکارید مانان) از راه تحریک سلول‌های گابلت ترشح‌کننده موسین باعث جلوگیری از فعالیت باکتری‌های مضر شد [۱۱].

موسین ترشح‌شده از سلول‌های گابلت، بوسیله باندشدن با باکتری‌های مفید از آن‌ها محافظت می‌کند و بنابراین از کلونی‌شدن باکتری‌های مضر جلوگیری کرده و باعث کاهش جمعیت آن‌ها می‌شود [۶].

جدول ۵. اثر عصاره مالت بر شمار باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشرشیاکلای روده کور جوجه‌های گوشتی (میانگین± خطای استاندارد)

تیمار	اشرشیاکلای (لگاریتم بر مبنای ۱۰)	لاکتوباسیلوس(لگاریتم بر مبنای ۱۰)
شاهد	۸/۵۶ ± ۰/۶۶[a]	۷/۸۹ ±۰/۷۸
۰/۱ درصد عصاره مالت	۸/۴۶ ± ۰/۵۰[ab]	۸/۰۷ ±۰/۷۸
۰/۲ درصد عصاره مالت	۸/۲۹ ± ۰/۵۵[ab]	۸/۲۲ ±۰/۸۴
۰/۳ درصد عصاره مالت	۸/۱۶ ±۰/۵۵ [b]	۸/۳۰ ±۰/۷۸
P-value	۰/۰۵	۰/۱۵

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

در پژوهشی افزودن بتاگلوکان به جیره غذایی جوجه گوشتی باعث افزایش فاگوسیتوز، کشندگی باکتری‌ها، شیوع اکسیداتیو هتروفیل‌ها و حفاظت در برابر *سالمونلا انتریکا* در جوجه‌های جوان شد [۱۳]. هم‌چنین، جوجه‌های گوشتی را در برابر کاهش رشد ناشی از آلودگی با اشرشیاکلای محافظت کرد و اثرات اشرشیاکلای بر وزن نسبی کبد، قلب و بورس فابریسیوس را تعدیل کرد [۱۰]. الیگوساکارید مانان نیز توانایی خود را برای آگلوتیناسیون باکتری‌های بیماری‌زای گرم‌منفی مانند *سالمونلا* و اشرشیاکلای نشان داده است [۳].

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش حاضر، افزودن سطح ۰/۳ درصد عصاره مالت به جیره جوجه‌های گوشتی با بهبود گوارش‌پذیری و سلامت دستگاه گوارش سبب بهبود عملکرد رشد می‌شود. بنابراین، می‌توان استفاده از این سطح از عصاره مالت را در جیره جوجه‌های گوشتی، توصیه کرد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌خاطر پرداخت کمک‌هزینه انجام پایان‌نامه کارشناسی ارشد و شرکت رآد آرد پارس شیراز به‌دلیل کمک در فراهم‌آوردن مواد موردنیاز این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورداستفاده

1. AOAC (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical chemist, USA, Gaithersburg.
2. Clarke M, Ward M, Strain JJ, Hoey L, Dickey W and McNulty H (2014). B-vitamins and bone in health and disease: the current evidence. Proceedings of the Nutrition Society, 73: 330-339.
3. Engering AJ, Cella M, Fluitsma D, Brockhaus M, Hoefsmit E, Lanzavecchia A and Pieters J (1997). The mannose receptor functions as a high capacity and broad specificity antigen receptor in human dendritic cells. European Journal of Immunology, 27: 2417-2425.
4. Ferket PR, Parks CW and Grimes JL (2002). Benefits of dietary antibiotic and mannanoligosaccharide supplementation for poultry. North Carolina State University, USA, Carolina.
5. Ferreira SR, Murakami AE, Silveira TGV, Santos J and Fernandes J (2011). Performance and macrophage activity of broilers fed with a sorghum meal with different yeast wall levels. Brazilian Archives of Biology and Technology, 54: 363-370.
6. Forder R, Howarth GS, Tivey DR and Hughes RJ (2007). Bacterial modulation of small intestinal goblet cells and mucin composition during early posthatch development of poultry. Poultry Science, 86: 2396-2403.
7. Gao J, Zhang HJ, Wu SG, Yu SH, Yoon I, Moore D and Qi GH (2009). Effect of Saccharomyces cerevisiae fermentation product on immune functions of broilers challenged with Eimeria tenella. Poultry Science, 88: 2141-2151.
8. Gomez-Verduzco G, Cortes-Cuevas A, López-Coello C, Ávila-González E and Nava G (2009). Dietary supplementation of mannan-oligosaccharide enhances neonatal immune responses in chickens during natural exposure to *Eimeria* spp. Acta Veterinaria Scandinavica, 51: 1-11.
9. Gunn JS (2000). Mechanisms of bacterial resistance and response to bile. Microbes and Infection, 2: 907-913.
10. Huff GR, Huff WE, Rath N and Tellez G (2006). Limited treatment with β-1, 3/1, 6-glucan improves production values of broiler chickens challenged with *Escherichia coli*. Poultry Science, 85: 613-618.
11. Jang SI, Jun MH, Lillehoj HS, Dalloul RA, Kong IK, Kim S and Min W (2007). Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. Veterinary Parasitology, 144: 172-175.
12. Liu Q and Yao H (2007). Antioxidant activities of barley seeds extracts. Food Chemistry, 102: 732-737.
13. Lowry VK, Farnell MB, Ferro PJ, Swaggerty CL, Bahl A and Kogut MH (2005). Purified β-glucan as an abiotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against *Salmonella enterica serovar Enteritidis*. International Journal of Food Microbiology, 98: 309-318.

14. Maillard MN, Soum MH, Boivin P and Berset C (1996). Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. Food Science and Technology, 29: 238-244.
15. Maldonado-Valderrama J, Wilde P, Macierzanka A and Mackie A (2011). The role of bile salts in digestion. Advances in Colloid and Interface Science, 165: 36-46.
16. McLean RR and Hannan MT (2007). B vitamins, homocysteine, and bone disease: epidemiology and pathophysiology. Current Osteoporosis Reports, 5: 112-119.
17. Merritt ME and Donaldson JR (2009). Effect of bile salts on the DNA and membrane integrity of enteric bacteria. Journal of Medical Microbiology, 58: 1533-1541.
18. Qingming Y, Xianhui P, Weibao K, Hong Y, Yidan S, Li Z and Guoan L (2010). Antioxidant activities of malt extract from barley (*Hordeum vulgare L*.) toward various oxidative stress *in vitro* and *in vivo*. Food Chemistry, 118: 84-89.
19. Quinn PJ, Carter ME, Markey B and Carter GR (1994). Enterobacteriaceae. Clinical Veterinary Microbiology, 209: 36-43.
20. Rice-Evans CA, Miller NJ and Paganga G (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 20: 933-956.
21. SAS Institute, (1998). User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
22. Sedghi M and Akbari Moghaddam R (2018). Effects of dietary supplementation of barley malt extract and malt vinegar on growth performance, jejunal morphology and meat quality of broiler chickens. Poultry Science Journal, 6(2): 129-137.
23. Smirnov A, Tako E, Ferket PR and Uni Z (2006). Mucin gene expression and mucin content in the chicken intestinal goblet cells are affected by in ovo feeding of carbohydrates. Poultry Science, 85: 669-673
24. Swart KM, van Schoor NM and Lips P (2013). Vitamin B12, folic acid, and bone. Current Osteoporosis Reports, 11(3): 213-218.