مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۱/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۳۱ تا ۴۴

پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Research

DOI: 10.22034/AS.2022.36969.1534

اثر سطوح مختلف صمغ گوار و آنزیم بتاماناناز بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

فریبا اسدی سیاه‌چقائی[۱]، محمد اکبری قرائی[۲*]، صیفعلی ورمقانی[۳]، کامران طاهرپور[۴] و محمد شمس الهی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/٦ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۸

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

[۲]استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

[۳]دانشیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی ایلام، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام

[٤]دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

[*]مسئول مکاتبه: Email: m.akbari@ilam.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: صمغ گوار یک ترکیب گالاکتومانانی بوده و در مقادیر زیاد، ضدمغذی و در مقادیر کم در جیره می‌تواند خاصیت پری‌بیوتیکی داشته باشد، آنزیم بتاماناناز با کاهش وزن مولکولی این ترکیب حالت ضد مغذی بودن آن را تعدیل می‌کند. **هدف**: هدف از این مطالعه بررسی اثر سطوح مختلف صمغ استخراج شده دانه گوار و آنزیم بتاماناناز بر عملکرد، جمعیت میکروبی و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ است. **روش کار**: این تحقیق با استفاده از ۳۱۲ قطعه جوجه گوشتی سویهٔ راس ۳۰۸، به صورت طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار،چهار تکرار و سیزده قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ٤۲ روز انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱) جیره شاهد بر پایهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا ۲) جیره شاهد به همراه پروبیوتیک فرمکتو (۰/۱۸ درصد) ۳) جیره شاهد به همراه ۰/۳۵ درصد صمغ گوار ٤) جیره شاهد+ به همراه ۰/۷۰ درصد صمغ گوار ٥) جیره شاهد به همراه ۰/۳۵ درصد صمغ گوار و ۰/۰۵ درصد آنزیم بتاماناناز ٦) جیره شاهد به همراه ۰/۷۰ درصد صمغ گوار و ۰/۰۵ درصد آنزیم بتاماناناز ، بودند . **نتایج**: نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی داشتند ($P< ۰/۰۵$)، به طوری که کمترین ضریب تبدیل مربوط به تیمار ٥، و بالاترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار حاوی صمغ زیاد بود. در این آزمایش مشخص گردید که تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر تیتر آنتی‌بادی علیه سلول قرمز خون گوسفند تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P >۰/۰۵$). اثر جیره‌های آزمایشی بر جمعیت میکروبی ژژنوم و ایلئوم معنی‌دار بود ($P< ۰/۰۵$)، به نحوی که بیشترین تعداد لاکتوباسیل در ژژنوم در تیمار ٦ و کمترین تعداد آن در تیمار ٤ و نیز بیشترین تعداد لاکتوباسیل ایلئوم در تیمار ٦ و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. **نتیجه گیری کلی**: به‌طورخلاصه افزودن صمغ گوار و آنزیم بتاماناز به جیره بر پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با شاهد، اثر نداشت، با این وجود، افزودن صمغ همراه با آنزیم، باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و همچنین افزایش جمعیت میکروبی لاکتوباسیل‌های ژژنوم و ایلئوم گردید و بدین‌جهت می‌توان آن‌را توصیه کرد.

واژگان کلیدی: صمغ گوار، ، جوجه‌های گوشتی، آنزیم بتاماناناز، باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک ، پاسخ ایمنی

مقدمه

مقادیر زیاد صمغ گوار در جیره به علت خاصیت ضد مغذی، باعث کاهش عملکرد می‌گردد، از طرفی در ماده خوراکی کنجاله گوار که غنی از پروتئین می‌باشد به مقدار چشمگیری از آن وجود دارد و باعث می‌شود که این ماده کمتر درتغذیه طیور مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اینکه پروتئین گران‌ترین بخش ترکیب جیره را تشکیل می‌دهد و در جیره‌های تجاری، بخش اعظم آن از کنجاله سویا تامین می‌گردد، به دلیل قیمت بالا و محدود بودن سطح زیر کشت گیاه سویا، مطالعات متعددی جهت استفاده از سایر کنجاله‌های گیاهی از جمله کنجاله گوار در تغذیه جوجه‌های گوشتی انجام شده است. گوار با نام علمی سیاموپسیس تتراگونولوبا[1] که به لوبیای خوشه‌ای[2] نیز معروف است، یک گیاه یکساله لگومینه تابستانه است که بومی هند و پاکستان بوده و کشت آن برای مصرف غذایی انسان و حیوانات است (وانگ و وانگ ۲۰۰۹). در یک تحقیق مقادیر ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد کنجاله گوار در جیره طیور گوشتی مورد استفاده قرار گرفت و سطوح ۲/۵ درصد کنجاله گوار بدون آنزیم بتامانانار و ۵ درصد آن همراه با آنزیم، با توجه به عملکرد توصیه گردید (لی و همکاران ۲۰۰۵). بر خلاف دانه‌های سایر حبوبات، دانه گوار یک آندوسپرم بزرگ دارد. این آندوسپرم کروی شکل حاوی مقادیر قابل توجهی صمغ گالاکتومانان (۱۹ تا ٤۳ درصد کل دانه) است، که در آب سرد به یک ژل چسبناک تبدیل می‌شود. صمغ گوار محصول اولیه قابل عرضه گیاه در بازار است (اندرسون و همکاران ۱۹٦٤). کنجاله گوار یک کنجاله نسبتا ارزان با پروتئین بالا می‌باشد که از دو قسمت تشکیل یافته: بخش گیاهک بذر با پروتئین بالا و بخش پوسته با پروتئین پایین که به عنوان محصولات فرعی کنجاله گوار شناخته می‌شوند. از بخش گیاهک می‌توان در سطوح بالا و بدون اینکه از رشد ممانعت کند در جیره‌های دام و طیور استفاده نمود (چینولت و همکاران ۲۰۰۲). کنجاله گوار حاوی حدود ۳۳ تا ٤۷/۵ درصد پروتئین خام می‌باشد. استفاده از کنجاله گوار در جیره‌های طیور و خوک به لحاظ اثرات منفی آن روی رشد، تا حدودی محدود شده است از عمده‌ترین مشکلات مصرف کنجاله گوار در تغذیه طیور مواد ضدتغذیه‌ای بازدارنده تریپسین و صمغ آن می‌باشد. اهمیت ماده ضدتغذیه‌ای بازدارنده تریپسن زیاد نبوده چون مقدار آن در مقایسه با کنجاله سویا کمتر می‌باشد و حذف آن با فراوری حرارتی، انجام می‌گیرد (لی و همکاران ۲۰۰۳a). مشکل اساسی استفاده ازکنجاله گوار به دلیل باقیمانده صمغ در آن می‌باشد که باعث ویسکوزیته بالا در محتویات گوارشی می‌شود (لی و همکاران ۲۰۰۳b). از جمله عوامل ضد تغذیه‌ای که قابلیت زیستی فراهمی مواد مغذی را کاهش می‌دهند، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای است (زو و همکاران ۲۰۰٦) که وجود این پلی‌ساکاریدها (گالاکتومانان) در کنجاله گوار باعث مشکلاتی از قبیل افزایش ویسکوزیته، افت رشد و ضریب تبدیل خوراکی می‌شود (لی وهمکاران ۲۰۰٤). اما از طرفی گزارش شده است که بتامانان‌های موجود در غذا می‌تواند اثر مثبت بر سیستم ایمنی داشته باشد (جکسون و همکاران ۲۰۰٤؛ ویو و همکاران ۲۰۰۵؛ هسیائو و همکاران ۲۰۰٦). همچنین گزارش‌هایی دال بر پری‌بیوتیک بودن الیگوساکاریدهای مانانی ارائه شده است (اگونس و همکاران ۲۰۰۷؛ یانگ و همکاران ۲۰۰۷). با عنایت به اینکه کنجاله گوار حاوی مقادیر متغیر و چشمگیری صمغ است و این صمغ حاوی پلی‌ساکاریدهای گالاکتومانانی با وزن ملکولی بسیار بالا می‌باشد و لذا مقدار زیاد آن حالت ترکیبات ضد مغذی را دارد بنابراین، می‌توان انتظار داشت، آنزیم بتامانانار ترکیبات پلی‌ساکاریدهای گالاکتومانانی با وزن ملکولی زیاد را به ترکیبات با وزن ملکولی کمتر تبدیل کند و متعاقب آن مانع افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش و کم شدن اثر ضد تغذیه‌ای صمغ شود (لی و همکاران ۲۰۰۵). در پژوهشی دو آزمایش انجام گردید،

1- *Cyamopsis tetragonoloba*

2-Cluster bean

در آزمایش اول جیره‌های جوجه‌های گوشتی حاوی مقادیر مقادیر صفر، ۰/۵، ۱ و۲ درصد صمغ گوار همراه با ۰/۰۵ درصد و یا فاقد آنزیم بتاماناناز در نظر گرفتند و دریافتند که آنزیم راندمان غذایی را در تمامی سطوح صمغ گوار بهبود بخشیده است، هرچند که جیره حاوی ۲ درصد صمغ گوار همراه با کاهش وزن و افزایش ضریب تبدیل غذایی بود. همچنین آنزیم باعث افزایش انرژی قابل متابولیسم جیره گردید. در آزمایش دوم مقادیر متفاوت آنزیم بتاماناز (صفر، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۱/۱۵ درصد) در جیره آغازین بر پایه ذرت- سویا حاوی یک درصد صمغ گوار در نظر گرفتند و مشخص شد که افزودن آنزیم بر وزن نهایی جوجه‌ها تاثیری نداشته ولی در تمامی سطوح آنزیم ضریب تبدیل غذایی بهبود یافته بود (داسکیران و همکاران ۲۰۰٤). با توجه به مطالب ذکر شده در مورد اثرات متناقض ضدتغذیه‌ای و پری بیوتیکی صمغ گوار و کاهش این اثرات با افزودن آنزیم بتاماناناز، این آزمایش جهت بررسی اثرات افزودن سطوح مختلف صمغ گوار و آنزیم بتاماناناز بر عملکرد، پاسخ ایمنی و جمعیت میکروبی با هدف انتخاب سطح مناسب صمغ انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مرکز استان ایلام واقع در شهرستان چرداول اجراء گردید. سالن پرورش محل اجرای این پروژه دارای ابعاد ۱۰ × ۱۸ متر و ارتفاع ٤/٥ متر می‌باشد. برای اجرای آزمایش با استفاده از لوله و توری تعداد ٢٤ پن(واحد آزمایشی) هر کدام به مساحت ۱/۵ مترمربع (۱×۱/۵) تهیه شد. کف سالن از جنس بتن بوده و بستر با پوشال به ارتفاع ٥ سانتیمتر پوشانیده شد. تعداد ۳۱۲ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس- ۳۰۸ با میانگین وزنی٤٢ گرم در قالب طرح کاملا تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار، که در هر تکرار تعداد سیزده قطعه جوجه وجود داشت، به مدت ٤٢ روز انجام شد. در طول آزمایش پرندگان از سیستم نوری مداوم برخوردار بودند و آب و خوراک به صورت آزاد در دسترس آنها قرار داشت . نیازهای تغذیه‌ای جوجه‌ها بر اساس سن آنها از دفترچه راهنمای راس ۳۰۸ استخراج و جیره‌های غذایی بر اساس آن متعادل شد (آویاژن ٢٠١٤). تیمارهای آزمایش شامل ۱) جیره شاهد بر پایهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا ۲) جیره شاهد به همراه پروبیوتیک فرمکتو (۰/۱۸ درصد) ۳) جیره شاهد به همراه ۰/۳۵ درصد صمغ گوار ٤) جیره شاهد+ به همراه ۰/۷۰ درصد صمغ گوار ٥) جیره شاهد به همراه ۰/۳۵ درصد صمغ گوار و ۰/۰۵ درصد آنزیم بتاماناناز ٦) جیره شاهد به همراه ۰/۷۰ درصد صمغ گوار و ۰/۰۵ درصد آنزیم بتاماناناز، بودند. جیره‌های غذایی پایه برای همه تیمارها بر اساس نیازهای مواد مغذی توصیه شده مربوط به سویه راس در سه دوره آغازین (۱تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱تا ٢٤ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ٤٢ روزگی) با استفاده نرم‌افزار جیره نویسی UFFDA محاسبه و تهیه شدند. ترکیب جیره آزمایشی در (جدول ۱) ارائه شده است. افزودنی‌های خوراکی بعد از مخلوط کردن جیره پایه به صورت سرک به جیره پایه افزوده شدند. برای این منظور از دو سطح صمغ گوار، یک سطح آنزیم بتاماناز (۰/۰۵ درصد) و یک سطح مکمل پری‌بیوتیک فرمکتو (۰/۱۸ درصد) از ابتدای دوره پرورش استفاده شد. آنزیم بتاماناناز‌تولید شده از باسیلوس لنتوس محصول کشور آمریکا بود وهر یک واحد فعالیت مانانا‌ز به عنوان مقدار آنزیمی که قادر به احیای ۰/۷۲ میکروگرم قند در دقیقه از یک ماده حاوی مانوز در pH 6.6 و دمای ٤٠ درجه سانتیگراد می‌باشد. مکمل فرمکتو پری‌بیوتیکی است که حاوی دیواره سلولی *آسپرژیلوس اوریزا* می‌باشد. صفات مورد بررسی در آزمایش شامل عملکرد، پاسخ ایمنی و جمعیت میکروبی ایلئوم و ژژونوم بودند. وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی هر واحد آزمایشی در سنین ۱۰ ، ٢٤ و ٤٢ روزگی اندازه‌گیری و ضریب تبدیل نیز محاسبه گردید. برای بررسی پاسخ

ایمنی هومورال در روز ۳۲ دوره پرورش به عضله سینه دو پرنده از هر تکرار یک میلی‌لیتر گلبول قرمز گوسفندی ۲/۵ درصد تزریق گردید. و در روز ۳۹ از این پرنده‌ها از طریق ورید بال به مقدار ۲ میلی‌لیتر خون گرفته شد. نمونه‌های خون در دمای اتاق نگهداری شدند تا سرم از لخته خون جدا شود. نمونه‌های سرم تا زمان تیتر آنتی‌بادی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر برای تعیین عیار آنتی بادی تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفند، استفاده شد (چیما و همکاران ۲۰۰۳). به منظور بررسی پاسخ ایمنی سلولی به فیتوهماگلوتینین در روز۲۲ دوره پرورش از هر تکرار یک جوجه به طور تصادفی انتخاب و با دستگاه میکرومتر ضخامت پرده پای آنها اندازه‌گیری شد (به عنوان ساعت صفر). سپس ۰/۱ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات سالین به پرده پای چپ (بین انگشتان سوم و چهارم) و ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول فیتوهماگلوتینین به پرده پای راست آنها تزریق شد و در ۲٤ و ٤۸ ساعت بعد از تزریق میزان پاسخ به افزایش حساسیت بازوفیل‌های پوستی با اندازه‌گیری ضخامت (تورم) پرده پای جوجه‌ها توسط میکرومتر دیجیتال لوترون (DC-516, CE, IEC1010) انجام شد. نتیجه به صورت شاخص ضخامت پرده پا یادداشت گردید و از رابطه وانگ، میزان پاسخ ایمنی (افزایش ضخامت پرده پا) محاسبه شد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۰).

برای شمارش لاکتوباسیل‌ها و اشرشیاکلی در روز ٤۲ دوره پرورشی، از هر تکرار یک جوجه انتخاب شد (از هر تیمار چهار پرنده) و به روش جابجایی گردن کشته شدند. کالبدگشایی و نمونه‌گیری از محتویات قسمت‌های مختلف روده (ژژنوم و ایلئوم) در شرایط کاملا استریل و در مجاورت شعله انجام شد و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. برای جداسازی و شمارش لاکتوباسیل‌ها و اشرشیاکلی از رقیق کردن متوالی نمونه‌ها و به نسبت (۱ به۱۰ در محلول استریل سرم فیزیولوژی) استفاده شد. برای شمارش لاکتوباسیلوس‌ها از آگار MRS و برای اشرشیاکلی از آگار مک‌کانی استفاده شد. محیط کشت آگار مخصوص لاکتوباسیلوس در انکوباتور بی‌هوازی دارای دی‌اکسیدکربن و محیط کشت آگار مخصوص اشرشیاکلی در انکوباتور هوازی قرار گرفت. دمای انکوباتور برای تمام محیط کشت‌ها ۳۷ درجه سانتیگراد و مدت زمان انکوباسیون برای تمام آگارها ٤۸ ساعت بود. پس از محاسبه تعداد کلنی در هر پلیت عدد حاصل در عکس رقت ضرب شد و نتیجه به صورت واحدهای تشکیل کلنی (CFU) در هر گرم بیان شد (کورداوک و همکاران ۲۰۰۸).

عکس رقت × تعداد کلنی = واحدهای تشکیل دهنده کلنی (CFU)

Table 1 - Feed ingredients and nutrient composition of basal diet (g/ kg)

Ingredients (%)	Starter (1-10 day)	Grower (11-24 day)	Finisher (25-42 day)
Corn	531.38	569.05	641.50
Soybean meal	330	336.40	304
soy oil	20	25	20
Corn gluten	75	30	-
Oyster Shells	13.30	12	11
Sodium bicarbonate	1.80	1	0.60
Di- calcium phosphate	15.20	15.40	12
Vitamin and Mineral premix [1]	5	5	5
Salt	2.50	3	3.50
DL-Methionine	2.25	1.85	1.40
L-Threonine	0.47	-	-
L-Lysine	3.10	1.30	1

Calculated nutrient composition (%)			
Metabolizable energy (kcal/kg)	2950	2990	3030
Crude protein	23.50	21.50	19.00
Methionine (Dig[2])	0.63	0.48	0.38
Cysteine (Dig)	0.32	0.30	0.26
Methionine + Cysteine (Dig)	0.95	0.78	0.65
L-Lysine (Dig)	1.28	1.15	1.02
Threonine (Dig)	0.86	0.78	0.65
Arginine (Dig)	1.37	1.28	1.11
Chlorine	0.23	0.23	0.23
Calcium	0.96	0.87	0.78
DCAB[3](mEq/kg)	226	227	207
Linoleic acid	1.25	1.30	1.47
Available phosphorus	0.48	0.44	0.39
Sodium	0.17	0.17	0.17
Crude fiber	5	5	4.80

1- Each kg of vitamin and trace mineral premix provided: Vitamin A: 13500 I.U.; vitamin D3: 2000 I.U.; vitamin E: 30 I.U. DL-α-tocopheryl acetate; vitamin K3: 2 mg; vitamin B1: 1 mg; vitamin B2: 6 mg; niacin: 30 mg; pantothenic acid: 12 mg; vitamin B6: 3 mg; vitamin B12: 10 µg; biotin: 0.1 mg; choline chloride: 500 mg; Fe: 50 mg; Cu: 8 mg; Mn: 80 mg; Zn: 60 mg; I: 0.5 mg; Co: 0.2 mg; Se: 0.15 mg.
2- Dig : Digestible 3- DCAB= Dietary cation - anion balance.
4- Additives containing two levels of guar gum (0.35, 0.75) and one level of Fermacto (0.18%)

برنامه واکسیناسیون طبق توصیه اداره دامپزشکی منطقه اعمال گردید.

ضریب تبدیل غذایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{میانگین دوره‌ای ضریب تبدیل غذایی} = \frac{\text{میانگین خوراک مصرفی هر واحد در طول دوره}}{\text{میانگین افزایش وزن هر واحد در طول دوره}}$$

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی بوسیله نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/٤ سال ۲۰۰٤ با استفاده از رویه GLM انجام گرفت. آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن و سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

Table 2- The effect of different levels of guar gum and betamananase enzyme on broiler chickens' growth performance starter (1-10 d), grower (11-24 d), finisher (25-42 d) and total period (1-42 d)

Components	Treatments						Statistical	
Items	C	F	LG	HG	LG+E	HG+E	SEM	*P*-Value
Starter (1-10 d)								
Feed intake (g/d)	29.00	30.00	32.5	31.5	26.50	32.25	4.30	0.94
Body weight gain (g/d)	23.25	23.50	23.75	22.25	23.50	22.50	0.59	0.41
FCR	1.27	1.27	1.30	1.42	1.11	1.44	0.19	0.85
Grower(11-24d)								
Feed intake (g/d)	79.00	81.00	81.00	79.25	81.75	73.00	2.63	0.24
Body weight gain (g/d)	48.25	49.00	49.25	46.25	49.25	47.00	1.21	0.31
FCR	1.63^{ab}	1.65^{ab}	1.62^{ab}	1.71^{a}	1.66^{ab}	1.57^{b}	0.30	0.04
Finisher(25-42d)								
Feed intake (g/d)	143.50	141.50	142.75	144.75	138.00	139.50	3.14	0.66
Body weight gain (g/d)	67.00	68.00	69.25	64.50	68.25	65.00	1.69	0.32
FCR	2.15^{ab}	2.08^{bc}	2.07^{bc}	2.26^{a}	2.02^{c}	2.15^{ab}	0.04	0.007
Total (1-42 d)								
Feed intake (g/d)	95.00	94.75	95.5	96.25	92.75	91.75	1.99	0.59
Body weight gain (g/d)	50.25	51.25	52.25	48.25	51.25	49.00	1.23	0.23
FCR	1.89^{ab}	1.85^{b}	1.84^{b}	1.99^{a}	1.81^{b}	1.89^{ab}	0.037	0.04

$^{a-b}$ Means within the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

۱C: Control, F: Fermacto (0.18%), LG: Low guar gum (0.35%)، HG: High guar gum (0.70%)، LG+E: Low guar gum (0.35%) + Enzyme (ß-mannanase)، HG+E: High guar gum (0.70 %) + Enzyme (ß-mannanase).

[2]FCR= Feed conversion ratio.

نتایج

اثرات تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف آزمایش در جدول ۲ آمده است. اثرات تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن و مصرف خوراک در تمامی دوره‌ها معنی دار نبود (P >۰/۰۵)، با این وجود، ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای کل دوره (۴۲ - ۱ روزگی) معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). بدینصورت که در کل دوره بهترین ضریب تبدیل مربوط به جوجه‌های دریافت‌کننده صمغ کم حاوی آنزیم بود.

اثر تیمارهای آزمایش بر جمعیت میکروبی ژژنوم در جدول ۳ آمده است. جمعیت میکروبی ژژنوم تحت تأثیر صمغ گوار قرار گرفت (P < ۰/۰۵). در مقایسه تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد از نظر تعداد اشرشیاکلی وجود نداشت، اما در خصوص جمعیت لاکتوباسیل‌ها در ژژنوم بیشترین تعداد جمعیت متعلق به تیمارهای حاوی صمغ همراه با آنزیم و نیز تیمار سطح اول صمغ گوار فاقد آنزیم بود، قابل ذکر است که تیمار شاهد و نیز تیمار سطح دوم صمغ فاقد آنزیم از کمترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک برخوردار بودند(<۰/۰۵

P). درایلئوم نیز جمعیت اشرشیاکلی تحت تاثیر جیره‌های آزمایش قرار نگرفت ولی همانند ژژنوم، اختلاف معنی دار در تعداد جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک رخ داد، جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در ایلئوم جهت مقایسه تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد بدین گونه بود که کمترین تعداد این باکتری‌ها مربوط به تیمار شاهد و بیشترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک مربوط به تیمارحاوی صمغ همراه با آنزیم بود (P < ۰/۰۵).

Table 3- The effect of different levels of guar gum and betamananase enzyme on microbial population of ileum and jejunum

Treatment	E. coli jejunum	*Lactobacilli* jejunum	E. coli ileum	*Lactobacilli* ileum
[1]C	6.185	9.16 [c]	6.51	9.18 [c]
F	6.057	9.39 [b]	6.15	9.27 [bc]
LG	5.787	9.45 [ab]	6.49	9.47 [ab]
HG	6.087	9.11 [c]	6.57	9.27 [bc]
LG+E	5.945	9.56 [ab]	6.33	9.49 [ab]
HG+E	5.977	9.61 [a]	6.28	9.57 [a]
SEM	0.27	0.06	0.10	0.08
P-Value	0.93	0.001	0.09	0.02

Mean within same column with different superscripts differ (P< 0.05)
۱C: Control, F: Fermacto (0.18%), LG: Low guar gum (0.35%)، HG: High guar gum (0.70%)، LG+E: Low guar gum (0.35%) + Enzyme (ß-mannanase)، HG+E: High guar gum (0.70 %) + Enzyme (ß-mannanase).

نتایج حاصل از اثرات تیمارهای مختلف آزمایشی ازنظر تیتر آنتی‌بادی علیه گلبول‌های قرمز در جدول ٤ آمده است. در این آزمایش ازنظر تیتر آنتی‌بادی کل IgG و IgM علیه گلبول‌های قرمز گوسفند تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد.

Table 4- The effect of different levels of guar gum and betamananase enzyme on the antibody titer against Sheep red blood cells (log 2)

Treatment	IgG	IgM	Total
[1]C	0.75	1.25	2.00
F	0.75	1.50	2.25
LG	0.75	1.00	1.75
HG	0.50	1.75	2.25
LG+E	0.25	1.50	1.75
HG+E	0.25	1.25	2.50
SEM	0.25	0.24	0.37
P-Value	0.19	0.36	0.65

Mean within same column with different superscripts differ (P< 0.05)
۱C: Control, F: Fermacto (0.18%), LG: Low guar gum (0.35%)، HG: High guar gum (0.70%)، LG+E: Low guar gum (0.35%) + Enzyme (ß-mannanase)، HG+E: High guar gum (0.70 %) + Enzyme (ß-mannanase).

نتایج حاصل از اثرات تیمارهای مختلف آزمایشی ازنظر میانگین شاخص تورم پوست پرده‌پای جوجه‌های گوشتی در پاسخ به تزریق فیتوهماگلوتینین در جدول ٥ آمده است. نتایج آزمایش نشان داد که پس از ٢٤ و ٤٨ ساعت تزریق، بین تیمارها و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

Table 5- The effect of different levels of guar gum and betamananase enzyme on mean Index of toe web thickness response to PHA-P injection 24 and 48 hours after injection (mm).

Treatment	24h Post-injection	48h Post-injection
[1]C	0.46	0.57
F	0.51	0.62
LG	0.51	0.60
HG	0.55	0.60
LG+E	0.54	0.58
HG+E	0.51	0.55
SEM	0.039	0.036
P-Value	0.69	0.76

Mean within same column with different superscripts differ (P< 0.05)

۱C: Control, F: Fermacto (0.18%), LG: Low guar gum (0.35%)، HG: High guar gum (0.70%)، LG+E: Low guar gum (0.35%) + Enzyme (ß-mannanase)، HG+E: High guar gum (0.70 %) + Enzyme (ß-mannanase).

بحث

مطالعات نشان داده که استفاده از کنجاله گوار حاوی صمغ با سطوح بالا در جیره طیور اثر منفی بر ضریب تبدیل خوراک می‌گذارد (ورما و مک‌ناب ۱۹۸۲). گزارش‌شده که ضریب تبدیل خوراک برای مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای کنجاله گوار در مقایسه با سطوح پایین به‌طور معنی‌داری در دوره اول (٦٢–٥٨ هفتگی) بزرگ‌تر بود (سلیمانی و همکاران ۱۳۸۹). همچنین در تحقیقی ذکر شده است که استفاده از کنجاله گوار در جیره جوجه‌های گوشتی تا ۱۹ روزگی موجب افزایش ضریب تبدیل شد (١/٨٦) و از ۱۹ روزگی ضریب تبدیل بهبود یافت (١/٨١)، آن‌ها بهبود ضریب تبدیل خوراک را به کاهش ویسکوزیته حاصل شده در اثر صمغ در سنین بالا و بهبود قابلیت هضم مواد نسبت دادند (حسینی و همکاران۱۳۹۱). نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که آنزیم بتامانانار باعث افزایش انرژی قابل متابولیسم جیره می‌شود (داسکیران و همکاران ٢٠٠٤). اثر آنزیم بتامانانار را می‌توان با بهبود بخشیدن به مصرف انرژی (ویو و همکاران۲۰۰۵) و کاهش ویسکوزیته روده‌ای (چوکت و همکاران ١٩٩٦) نسبت داد. نشان داده شده که آنزیم‌ها قادرند به‌طور تصادفی به پلیمر دیواره‌ی سلولی حمله کرده و درنتیجه به سمت مرکز پلیمر حرکت کنند. با شکستن هر زنجیره‌ی پلیمر به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای وزن مولکولی محلول پلیمر کاهش خواهد یافت و بدین‌جهت از آثار ضد مغذی آن کاسته می‌شود (بدفورد و کلاسن ۱۹۹۲). نتایج یک تحقیق نشان داده که آنزیم بتامانانار باعث بهبود ضریب تبدیل، افزایش وزن، قابلیت هضم ایلئوم و همچنین کاهش ویسکوزیته محتوای ایلئوم می‌شود (بلاسبرامانیان و همکاران ۲۰۱۸). اثر مثبت آنزیم در خوراک‌هایی که حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌باشد در تحقیقات نشان داده شده که ارزش تغذیه‌ای اجزای کنجاله سویا به کربوهیدرات‌های غیرقابل‌هضم آن بخصوص پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و الیگوساکاریدها بستگی دارد. بدین‌جهت آنزیم گلایکاناز به جیره طیور اضافه می‌گردد تا به بهبود عملکرد و کاهش ویسکوزیته کمک کند که این عمل توسط دپلیمریزاسیون پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول می‌باشد (کوچر و همکاران ۲۰۰۳). در آزمایشی که توسط لتهام و همکاران (۲۰۱۸) به منظور بررسی اثر سطوح مختلف گالاکتومانان در جیره و استفاده از آنزیم بتامانانار صورت گرفت نتایج نشان داد که هرچه سطح گالاکتومانان بیشتر شود متعاقب آن ویسکوزیته محتویات روده نیز بیشتر گردیده و افزودن آنزیم باعث بهبود ضریب تبدیل (عملکرد)، انرژی قابل هضم ایلئومی و کاهش ویسکوزیته روده شده و میزان این اثر گذاری

با توجه به سطوح مختلف گالاکتومانان، متفاوت می‌باشد. همچنین داسکیران و همکاران (۲۰۰٤) به بررسی آنزیم بتاماناناز و اثر آن بر عملکرد و مصرف انرژی جوجه‌های گوشتی پرداختند، جیره‌های این طیور حاوی مقادیر متفاوت بتامانان بود. آن‌ها دریافتند که آنزیم راندمان غذایی را در تمامی سطوح صمغ گوار بهبود بخشید محققین دیگری نیز گزارش کردند که ویسکوزیته بالا، باعث کاهش هضم، جذب و کاهش سرعت عبور مواد غذایی در روده می‌گردد که اثر آن روی جمعیت میکروبی روده و عدم کارایی آنزیم‌های طبیعی روده می‌باشد. برای جلوگیری، اضافه کردن آنزیم به جیره توصیه می‌شود (چوک و همکاران ۱۹۹٦). همان طور که اشاره شد در این آزمایش بیشترین ضریب تبدیل مربوط به جوجه‌های دریافت‌کننده صمغ زیاد فاقد آنزیم و کمترین ضریب تبدیل مربوط به جوجه‌های دریافت‌کننده صمغ کم حاوی آنزیم بود. در توافق با نتایج این آزمایش جاستینا و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که استفاده از آنزیم بتاماناناز باعث بهبود ضریب تبدیل درجیره حاوی ۰/۵ درصد صمغ گواربه دلیل کاهش ویسکوزیته روده می‌شود. عدم افزایش رشد در این تحقیق احتمالا به‌این دلیل است که خصوصیت ضد تغذیه‌ای صمغ بر پری-بیوتیکی آن غالب بوده است و بدین جهت اثر مثبت بر رشد پرنده‌ها نداشته است. پری‌بیوتیک‌ها توسط آنزیم‌های گوارش انسان یا حیوان غیرقابل‌هضم هستند، لذا آن‌ها به‌عنوان سوبسترا برای باکتری‌های مفید در بخش خلفی دستگاه گوارش عمل می‌کنند. پری‌بیوتیک‌ها ممکن است قابلیت هضم را افزایش دهند و شرایط مطلوبی را برای عملکرد باکتری‌های مفید فراهم کنند (استینر ۲۰۰٦). همچنین مانان الیگوساکارید به عنوان پری‌بیوتیک باعث تحریک رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های زنده از قبیل بیفیدوباکتریا و باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده حیوان موجب سلامت آن‌ها شده است (کومینگ و مک فارلان ۲۰۰۲). در توافق با نتایج تحقیق حاضر وانگ و همکاران ۲۰۱٦ نشان دادند که پری‌بیوتیک باعث افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک در ایلئوم شده ولی بر روی اشرشیاکلی تاثیر نداشت. بنابراین می‌توان این‌گونه استنباط کرد که مانان موجود در صمغ توانسته به‌عنوان پری بیوتیک عمل و با افزایش تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک نسبت به جوجه‌هایی گروه شاهد و پری‌بیوتیک فرمکتو بهتر عمل کرده و موجب افزایش جمعیت میکروب‌های مفید دستگاه گوارش جوجه‌ها شده است. مطالعات نشان داده که استفاده از گالاکتومانان موجود در جیره طیور همانند گالاکتومانان موجود در صمغ گوار سبب کاهش فلور میکروبی نامناسب (اشرشیاکلی) در دستگاه گوارش از طریق کاهش pH و کم شدن فعالیت آن‌ها و گسترش زمینه برای فعالیت باکتری‌های مقاوم به pH مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌شود (لاتام و همکاران ۲۰۱۸). لینگ پینگ و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی تأثیر مانان الیگوساکارید در جیره جوجه‌های گوشتی نشان دادند که مانان الیگوساکارید سبب کاهش تعداد اشرشیاکلی در سکوم می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان احتمال داد که مانان موجود در صمغ گوار دارای خاصیت پری‌بیوتیکی است. در تحقیقی که توسط فریرا و همکاران (۲۰۱٦) صورت گرفت، مواد مغذی جیره، کمتر از حد مطلوب به همراه آنزیم بتاماناناز در نظر گرفته شد، نتایج نشان داد که آنزیم بتاماناناز باعث بهبود عملکرد، پاسخ ایمنی، انرژی و اسیدهای آمینه در جیره‌های حاوی سطوح کمتر انرژی و اسیدآمینه کل گردید ولی در مقایسه با جیره شاهد که این مواد مغذی در حد مطلوب بود، افت شاخص‌های تولیدی کمتر بود. نتایج این آزمایش نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری از نظر تیتر آنتی‌بادی‌های IgG و IgM وجود ندارد. خلیفه (۲۰۱۸) نشان داد که مانان الیگوساکارید باعث بهبود پاسخ ایمنی در جوجه گوشتی و بوقلمون می‌شود. همچنین (زو و همکاران ۲۰۰٦) آنزیم بتاماناناز باعث افزایش عملکرد و بهبود سیستم ایمنی در جوجه-های گوشتی می‌شود. نشان داده شده که افزودن آنزیم

بتاماناناز به جیره‌های حاوی بتاگالاکتومانان سبب بهبود سیستم ایمنی می‌شود (آرسنالت و همکاران ۲۰۱۷). اکبری و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تیتر آنتی‌بادی برای ۳ و ٦ درصد کنجاله گوار نسبت به کنجاله ۹ درصد بالاترین بود و همچنین تیتر آنتی‌بادی اولیه و ثانویه پاسخ‌های گلبول‌های قرمز در جوجه‌هایی که با ۹ درصد کنجاله تغذیه شدند نسبت به دیگر گروه‌ها پایین بود. در پژوهشی بیان شده است که مانان‌ها اجزای سطحی پاتوژن‌های متعدد هستند و سیستم ایمنی ذاتی به آنتی ژن‌های موجود در این عوامل بیماری‌زا واکنش نشان می‌دهد. بنابراین مانان‌های جیره نیز می‌توانند سیستم ایمنی ذاتی را تحریک کرده و منجر به یک انرژی بی هدف و تخلیه پاسخ ایمنی شوند. گنجاندن آنزیم‌های افزودنی بویژه بتاماناناز، می‌تواند یک گزینه مناسب برای کاهش برخی از این اثرات منفی در جیره‌های حاوی مقادیر زیاد این ماده باشند. (لاتام و همکاران ۲۰۱۸). نشان داده شده که مکمل مانان‌الیگوساکارید هم به صورت متناوب و هم مداوم در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش پاسخ‌های ایمنی در پرنده می‌شود (آتیا و همکاران ۲۰۱۷). همچنین چاچر و همکاران (۲۰۱۷) در مورد مکانیسم اثر مانان‌ها ذکر نمودند که الیگوساکاریدهای مانان با اتصال به فیمبریای نوع ۱ باکتری‌های بیماری‌زا، آن‌ها را کاهش می‌دهد ، باعث افزایش سلول‌های گابلت می‌شوند بنابراین، منجر به افزایش تولید موکوس ضد باکتری می‌شود بنابراین زمینه را برای رشد باکتری‌های مفید ایجاد می‌کند و رقابت را از بین می‌برد. تعادل بین باکتری‌های بیماری زا و مفید باعث افزایش طول پرزها و کاهش عمق کریپت می‌شود ، که این نشان دهنده بهبود مورفولوژی روده است. بهبود مورفولوژی روده باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و در نهایت افزایش هضم می‌گردد. علاوه بر این ، الیگوساکاریدهای مانان ، ماکروفاژهای بافت‌های لنفاوی روده را فعال می‌کند و در نتیجه ایمنی سلولی و هومورال را بهبود می‌بخشد. الیگوساکاریدهای مانان همچنین باعث افزایش تولید اسید بوتیریک و کاهش pH روده در جوجه‌های گوشتی می‌شود. این مکانیسم‌های ترکیبی ذکر شده باعث سرعت رشد و عملکرد مرغ‌های گوشتی می‌گردد.

مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش سلیمانی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از سطوح مختلف کنجاله گوار بر تیتر IgG و IgM علیه گلبول‌های قرمز تأثیرگذار نبود. به نظر می‌رسد سطوح صمغ و آنزیم مورد استفاده در این آزمایش در حدی نبوده که بتواند اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها به‌جهت پاسخ ایمنی، ایجاد کند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورخلاصه افزودن صمغ گوار و آنزیم بتاماناز به جیره بر عملکرد و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با شاهد، اثر نداشت، با این وجود، افزودن صمغ همراه با آنزیم، و یا ۰/۳۵ درصد صمغ بدون آنزیم ، باعث افزایش جمعیت میکروبی لاکتوباسیل‌های ژژنوم و ایلئوم گردید و بدین‌جهت می‌توان آن‌را توصیه نمود.

منابع مورد استفاده

Agunos A, Ibuki M, Yokomozo F and Mine Y, 2007. Effect of dietary b1-4 mannobiose in the prevention of *Salmonella enteritidis* infection in broilers. British Poultry Science 48: 331-341.

Akbari-Gharaei M, Dastar B, Hesabi-Nameghi AR, Hashemi-Tabar Gh, Shams R and Sharghm M, 2012. Effect of Guar meal with and without-mannanasenzyme on performance and immune response of broiler chicks. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 3: 2785-2793.

Al-Khalaifah HS, 2018. Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. Poultry Science 97:3807–3815.

Anderson JO and Warnick RE, 1964. Value of enzyme supplements in rations containing certain legume seed meals or gums. Poultry Science 43: 1091-1097.

Arsenault, RJJT, Lee R, Latham B, Carter F and Kogut MH, 2017. Changes in immune and metabolic gut response in broilers fed *β*-mannanase in *β*-mannan- containing diets. Poultry Science 96:4307–4316.

Attia YH, Al-Khalaifah H, Ibrahim MS, Abd Al-Hamid AE, Al-Harthi MA and El-Naggar A, 2017. Blood Hematological and Biochemical Constituents, Antioxidant Enzymes, Immunity and Lymphoid Organs of Broiler Chicks Supplemented with Propolis, Bee Pollen and Mannan Oligosaccharides Continuously or Intermittently. Poultry Science 96:4182–4192.

Balasubramanian B, Ingale SL, Hong Park J, Rathi PC Shanmugam S and Kim IH, 2018. Inclusion of dietary *β*-mannanase improves performance and ileal digestibility and reduces ileal digesta viscosity of broilers fed corn-soybean meal based diet. Poultry Science 97:3097–3101.

Bedford MR and Classen HL, 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. Journal of Nutrition 122: 560-569.

Chacher MF, Kamran Z, Ahsan U, Ahmad S, 2017. Use of mannan oligosaccharide in broiler diets: an overview of underlying mechanisms. World's Poultry Science Journal 73:1-14.

Cheema M, Qureshi M and Havenstein GA, 2003. 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(10): 1519-1529.

Chenault Edith A, Cart W and Lee J, 2002.Guar meal could be used as chicken feed. AgNews.

Choct M, Hughes RJ, Wang J, Bedford MR, Morgan AJ and Annison G, 1996. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. British Poultry Science 37: 609-621.

Conner SR, 2002. Characterization of guar meal for use in poultry rations. Ph.D dissertation, Texas A and M University, College Station TX.

Corduk MN, Ceylan N, Dede C and Tel O, 2008.Effects of novel feed additives on performance, carcass traits and *E. coli*, aerobic bacteria and yeast counts in broilers. Archiv fur Geflugelkunde 72: 61-67.

Cummings JH and McFarlane GT, 2002.Gastrointestinal effects of prebiotics. British Journal of Nutrition 87(2): 145-151.

Daskiran M Teeter RG, Fodge D and Hsiao HY, 2004. An Evaluation of Endo- B-D-mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in B- mannan content. Journal of Poultry Science 83: 662-668.

Ferreira HC, Hannas MI, Albino LFT, Rostagno HS, Neme R, Faria BD, Xavier ML and Renn LN, 2016. Effect of the addition of *β*-mannanase on the performance, metabolizable energy, amino acid digestibility coefficients, and immune functions of broilers fed different nutritional levels. Poultry Science 95:1848–1857.

Hosseini GS, Galian A, Tahmasebi A and Kermanshahi H, 2012. Effect of guar meal and betamananase on carcass performance and quality in broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research 4 (2): 100-108.

Hsiao HY, Anderson DM and Dale NM, 2006. Levels of *β*-mannan in soybean meal. Poultry Science 85: 1430-1432.

Jackson ME, Geronian K, Knox A, McNab J and McCartney E, 2004. A dose-response study with the feed enzyme *β*-mannanase in broilers provided with corn-soybean meal based diets in the absence of antibiotic growth promoters. Poultry Science 83: 1992-1996.

Jackson ME, Geronian K, Knox A, McNab L and McCartney E, 2004. A dose-response study with the feed enzyme *β*- mannanase in broilers provided with corn-soybean meal based diets in the absence of antibiotic growth promoters. Poultry Science 83:1992–1996.

Justina V, Caldas 1, Karen V, Nirun B, Jinrong W, Monticha P, Judith AE, and Craig NC, 2018. The effect of *β*-mannanase on nutrient utilization and blood parameters in chicks fed diets containing soybean meal and guar gum. Poultry Science 97:2807–2817.

Kocher A, Choct M, Ross G, Broz J and Chung TK, 2003. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal-based diets in broilers. Journal of Applied Poultry Research 12:275–283.

Latham RE, Williams MP, Walters HG, Carter B and Lee JT, 2018. Efficacy of β-mannanase on broiler growth performance and energy utilization in the presence of increasing dietary galactomannan. Poultry Science 97:549–556.

Lee JT, Bailey CA and Cartwright AL, 2003a. Guar meal germ and hull fractions differently affect growth performance and intestinal viscosity of broiler chickens. Poultry Science 82: 1589-1595.

Lee JT, Bailey CA and Cartwright AL, 2003b. Beta-mannanase ameliorates viscosity-associated depression of growth in broiler chickens fed guar germ and hull fractions. Poultry Science 82: 1925-1931.

Lee JT, Connor-Appleton S, Haq AU, Bailey CA and Cartwright AL, 2004. Quantitative measurement of negligible trypsin inhibitor activity and nutrient analysis of guar meal fractions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 20: 6492-56495.

LeeJT, Connor-Appleton S, Bailey CA, Cartwright AL, 2005.Effects of guar meal by-product with and without beta-mannanase Hemicell on broiler performance. Poultry Science 84: 1261-1267.

Liangping Sh, Lunjiang Z, Guoping L and Fanping L, 1999. Effects of Different Levels of Mannan-Oligosaccharide on Cellular Immune Response and Gastrointestinal Microecology in Chickens. College of Animal Science, Fujian Agricultural University, Fuzhou (China).

Soleimani P, Glian A, Tahmasebi AS and Sedghi M, 2010. Investigation of the effect of different levels of guar meal and beta enzyme on immunity level, serum biochemical parameters and performance of laying hens. Journal of Veterinary Science and Diagnosis Islamic Azad University Tabriz Branch 4: 4-16.

Steiner T, 2006. Managing Gut Health: Natural GrowthPromoters as a Key to Animal Performance. Nottingham University Press, Nottingham, UK.

Verma SVS and McNab JM, 1982. Guar meal in diets for broiler chickens. British Poultry Science 23: 95–105.

Wang W, Wang A, 2009. Preparation, characterization and properties of superabsorbent nanocomposites based on natural guar gum and modified rectorite. Carbohydrate Polymers 77:891-897.

Wang Y, Field C, Sim J, 2000. Dietary polyunsaturated fatty acids lymphocyte subset proportion and proliferation, serum immunoglobulin G concentration, and immune tissue development in chicks. Journal of Poultry Science 79: 1741-1748.

Wu G, Bryant MM, Voitle RA and Roland DA, 2005. Effects of beta-mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. Journal of Poultry Science 84: 894-897.

Yang Y, Iji PA, Kocher A, Mikkelsen LL and Choct M, 2007. Effects of mannanoligosaccharide on growth performance, the development of gut microflora, and gut function of broiler chickens raised on new litter. Journal of Applied Poultry Research 16: 280-288.

Zou XT, Qiao XJ and Xu ZR, 2006. Effect of ß-mannanase (Hemicell) on growth performance and immunity of broilers. Poultry Science 85: 2176-2179.

Effect of guar gum and and *β*-mannanase on performance and immune response of broilers

F Asadi Siahchoghaei[1], M Akbari Gharaei[2*], S Varmaghany[3], K Taherpour[4] and M Shamsollahi[2]

Received: November 27, 2019 Accepted: February 6, 2021
[1]MSc Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran
[2]Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam university, Ilam, Iran
[3]Assistant professor, Animal Science Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran
[4]Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
Corresponding author: Email: m.akbari@ilam.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research
Journal of Animal Science/vol.31 No.4/ 2022/pp 31-44
https://animalscience.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2022.36969.1534

Introduction: Guar gum is an anti-nutrient galactomannan compound that can have prebiotic properties in low amounts in the diet. *β*-mannanase enzyme reduces its anti-nutrient state by breaking the compound and reducing its molecular weight. Protein, the most expensive component of the ration, is mostly provided by soybean meal in commercial diets yet its cultivation is limited and cost inefficient.

Numerous studies have been carried out on the use of other vegetable meals such as guar meal in chicken nutrition. *Cyamopsis tetragonoloba*, a drought-tolerant legume, is used primarily in the chewing gum industry because its seeds contain large amounts of guar gum. Guar gum, extracted from the seeds of the guar plant, is a natural nonionic branched polymer in which the -D-mannopyranosyl is attached to 1-4 and a-half pyranosyl is used as the side chain takes place. Guar is in thickeners, ion exchange resins, suspending agents, pharmaceutical and paper industries (Wang and Wang 2009). To produce gums, the guar seeds are split, producing a high protein germ fraction and a low protein shell fraction as by-products. These two fractions are typically recombined to produce guar meal with a crude protein level of 35-47.5%, depending on the relative concentrations of the two fractions (Chenault et al. 2002). In addition, approximately 88% of the nitrogen content is true protein, making it possible to use as a component of poultry feed (Lee et al, 2003a). The purpose of this study was to evaluate the effect of different levels of guar gum, with and/or without addition of *β*-mannanase enzyme, on the performance and immune response of broilers.

Materials and methods: For this reason, 312 Ross-308 broiler chickens from 1 to 42 days of age were used based on a completely randomized design with 6 treatments and 4 replicates (13 broiler chicks in each replicate). The six experimental treatments (corn–soybean meal basal diet) were: 1) control diet, 2) control diet + supplements Fermacto (0.18%), 3) control diet + low gum (0.35%), 4) control diet + high gum (0.70%), 5) control diet + low gum (0.35%) + *β*-mannanase enzyme, 6) control diet + high gum (0.70%) + *β*-mannanase enzyme. Feed intake (FI), body weight gain (BWG) and feed conversion ratio (FCR) were recorded at the end of period. Two chicks per dietary replicate were injected (32 d) with 0.5 mL of 2.5 % SRBC intramuscularly into each breast muscle. Heparinized blood was collected from the wing vein (39 d) by venipuncture 6 d and 12 d after immunization with SRBC. Samples were frozen at -20°C until analysis. The hemagglutination assays were performed as described by Cheema et al. (2003) for RBC. To enumerate the *Lactobacilli* and

Escherichia coli on day 42 of breeding period, one chick was selected from each replicate according to the protocol described by Corduk et al. (2008). The data was analyzed in a completely randomized design by ANOVA using the general linear model (GLM) procedure of SAS Institute.

Results and discussion: The highest FCR was seen in high gum 0.70% diet (no- enzyme) and the lowest value in low gum diet (with enzyme). In agreement with our results, Justina et al. (2018) showed that high soybean meal and high soybean meal + guar gum diets with added *β*-mannanase fed chicks had significantly higher blood glucose and anabolic hormone homeostasis, FCR, digestible energy, and digestible amino acids compared to chicks fed with same diets without *β*-mannanase. The results of this experiment showed that there was no significant difference in IgG and IgM antibody titers between treatments. Unlike our results, the addition of *β*-mannanase to the enhanced *β*-galactomannan diet eliminated most of this immune-related signal, indicating that the feed-induced immune response within jejuna was eliminated by the addition of *β* –mannanase (Arsenault et al. 2017). They also observed changes in specific metabolic and intestinal functional pathways of *β*-mannanase fed birds. These observed changes in *β*-mannanase-fed birds may be an enhanced performance and feed conversion mechanism observed in birds given *β*-mannanase in their diet (Arsenault et al. 2017). The reports show that the enzymes can accidentally attack the cell wall polymers and thus move to the center of the polymer (Bedford and Classen 1992). Breaking down any polymer chain will significantly reduce the molecular weight of the polymer solution, thereby reducing its anti-nutritional effects (Chacher et al. 2017). The dietary *β*-mannanase had the potential to improve daily gain and feed efficiency and apparent ileal digestibility while decreasing digesta viscosity of broiler (Balasubramanian et al. 2018). Mannan oligosaccharides bind to type 1 fimbriae to reduce pathogenic bacteria, increase goblet cells, thus, lead to the production of antibacterial mucus eliminating competition and creating the conditions for the growth of beneficial bacteria. The balance between pathogenic and beneficial bacteria increases the length of the villi and decreases the depth of the crypt, which indicates an improvement in the morphology of the intestine. Improving the morphology of the intestine increases the activity of digestive enzymes and thus increases digestion. In addition, mannan oligosaccharides activate macrophages in intestinal lymphatic tissues, thereby improving cellular and humoral immunity. Mannan oligosaccharides also increase butyric acid production and decrease intestinal pH in broilers. These combined mechanisms promote the growth rate and performance of broilers (Chacher et al. 2017).

Conclusions: According to the results, addition of guar gum and β-mannanase to the diet had no effect on immune responses of broilers compared to controls. However, the addition of guar gum with the *β*-Mannanase enzyme improved the feed conversion ratio and increased the microbial population of jejunum and ileum *lactobacilli*.

Keywords: Guar gum, broilers, *β*-Mannanase enzyme, *lactobacilli*, immune response