تولیدات دامی
دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸
صفحه‌های ۱۲۵-۱۱۳

اثر منابع مختلف عناصر منگنز، روی و مس بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی

مهرداد نفیسی[1*]، منصور رضایی[2]، سید عبدالله حسینی[3]، محمد کاظمی فرد[4]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳. دانشیار، سازمان تحقیقات کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم دامی، کرج، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۱۱/۲۲

چکیده

به‌منظور تعیین اثر منابع مختلف عناصر منگنز، روی و مس (سولفات، آلی خارجی و آلی داخلی) و سطوح (۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز) بر عملکرد و پاسخ ایمنی، آزمایشی با استفاده از ٤٨٠ قطعه جوجه گوشتی سویه کاب ۵۰۰، در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲×۳ انجام شد. وزن زنده و خوراک مصرفی به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری و ضریب تبدیل محاسبه شد. در پایان دوره، خون‌گیری از جوجه‌ها انجام و عیار تولید پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی، پاسخ به ویروس بیماری نیوکاسل و شمارش تفریقی گلبول‌های سفید اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد نوع منبع مواد معدنی تأثیری بر عملکرد رشد جوجه گوشتی نداشت. اثر نوع مکمل معدنی منگنز، روی و مس بر درصد ماندگاری معنی‌دار بود (P< ۰/۰۵) و تیمارهای نوع آلی داخلی و خارجی بیشترین ماندگاری را داشتند. نوع آلی داخلی منگنز، روی و مس سبب پاسخ بیشتری به تیتر آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند شد (P< ۰/۰۵). علاوه بر این سطح ۱۰۰ درصد نیاز این عناصر سبب افزایش وزن زنده (P< ۰/۰۵)، شاخص کارایی (P< ۰/۰۵) و بهبود ضریب تبدیل (P< ۰/۰۵) شد. پرندگان تغذیه‌شده به مقدار ۵۰ درصد نیاز مکمل معدنی واکنش بیشتری به عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفند نشان دادند (P< ۰/۰۵). براساس نتایج این تحقیق، شکل آلی سه عنصر منگنز، روی و مس تولیدشده در ایران، می‌تواند به‌صورت همزمان احتیاجات جوجه‌های گوشتی به این عناصر را تأمین نموده و جایگزین شکل سولفات و آلی خارجی شود. علاوه بر این، سطح ۱۰۰ درصد نیاز عناصر منگنز، روی و مس، بدون در نظر گرفتن منبع، برای عملکرد رشد و سطح ۵۰ درصد نیاز برای عملکرد بهتر سیستم ایمنی توصیه می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: پاسخ ایمنی، جوجه گوشتی، شکل آلی مواد معدنی، شکل غیر آلی مواد معدنی، عملکرد.

* نویسنده مسئول
Email: mehrnafisi@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

در بدن پرندگان علاوه بر پنج عنصر اصلی، حداقل ۱۳ عنصر دیگر از جمله منگنز، روی و مس ضروری می‌باشند. منگنز نقش بسیار مهمی در بسیاری از واکنش‌های بدن به‌ویژه واکنش‌های مربوط به تشکیل استخوان و غضروف دارد که امروزه با توجه به رشد بالای جوجه‌های گوشتی و افزایش فشار بر استخوان‌ها، به یکی از مشکلات اساسی در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی تبدیل شده است [۱٤]. علاوه بر این منگنز برای پیشگیری از استرس اکسیداتیو، فعالیت‌های آنزیمی و سوخت‌وساز آمینواسیدها، کربوهیدرات‌ها و کلسترول ضروری است [٦].

روی در بسیاری از آنزیم‌های بیوشیمیایی نقش اساسی بازی می‌کند. روی جزو بسیاری از متالوآنزیم‌ها مانند سوپراکسید دسموتاز، کربنیک آنهیدراز، الکل دی‌هیدروژناز، کربوکسی پپتیداز، آلکالین فسفاتاز، RNA پلی‌مراز، هیدروکسی‌پراکسیداز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز است که متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلوئیک را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۸]. روی یکی از مواد معدنی ضروری مورد نیاز برای رشد و فرایندهای فیزیولوژیکی است. به‌طور مثال با کمبود عنصر روی، مقدار هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین ۱ که مهمترین عوامل مؤثر بر رشد هستند کاهش می‌یابد [۲۰]

مس در تعداد زیادی از فعالیت‌های بدن از جمله رشد، جلوگیری از ناهنجاری‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و تولیدمثل نقش دارد. آنزیم‌های وابسته به مس مانند تریوناز (تبدیل تایروزین به ملانین برای رنگدانه مو) و لایزیل اکسیداز (در بافت پیوندی و دیواره رگ‌های خونی)، سرولوپلاسمین (جابه‌جایی آهن برای سنتز هموگلوبین)، سیتوکروم اکسیداز (زنجیر انتقال الکترون با سنتز فسفولیپید)، سوپر اکسیداز دسموتاز (تبدیل رادیکال آزاد سوپر اکساید به پراکسید هیدروژن، محافظت از سلول‌ها در مقابل استرس‌اکسیداتیو)، دسچوراز کبدی (آنزیم کلیدی در متابولیسم اسید چرب) می‌باشند [۱۲].

در بین این سه عنصر، روی بیشترین تأثیر را بر سیستم ایمنی بدن دارد. روی سبب عملکرد بهتر سیستم ایمنی و افزایش ایمونوگلوبین‌ها می‌شود [۱۰]. این عنصر برای عملکرد طبیعی پاسخ ایمنی به‌واسطه افزایش سلول‌های T ضروری است و تولید نوتروفیل‌ها و آنتی‌بادی‌ها را نیز افزایش می‌دهد [۱٦]. پژوهشگران نشان دادند روی به شکل کیلات در زمان پاسخ ایمنی جوجه گوشتی، سبب تعادل بین سیتوکین‌های تیپ *Th1* و سیتوکین‌های تیپ *Th2* شد و علاوه بر این بیان ایمونوگلوبین M و ایمونوگلوبین G را افزایش داد. همچنین محرک پاسخ‌های ایمنی برای محافظت غیرفعال در مقابل عفونت بود [۱۳]. روی و مس برای برخی فعالیت‌های سیستم ایمنی ضروری می‌باشند و کمبود هر کدام از آنها سبب افزایش عفونت باکتریایی می‌شود [۷]. خوراک فاقد مس، پرنده‌ها را به عفونت حساس می‌کند. مس برای انجام وظایف ذاتی سیستم ایمنی ضروری است به‌طوری‌که افزودن مس سبب افزایش فعالیت ماکروفاژهای ضدباکتریایی و از بین رفتن باکتری‌های ایشریشیاکلی درون‌سلولی می‌شود [۲۷]. در مورد عنصر منگنز نیز پژوهشگران نشان دادند استفاده از منگنز در جیره‌های تجاری دارای سطح بالای آرژنین مقدار ایمونوگلوبولین M را افزایش می‌دهد [۲].

مواد معدنی کم‌نیاز به‌طور سنتی با استفاده از منابع معدنی اکسید یا سولفات تأمین می‌شوند. اما این منابع بهره‌وری کمی دارند که سبب دفع عناصر و آلودگی محیط زیست می‌شوند [۸]. از طرف دیگر انسان در معرض ۳۵ فلز سمی قرار دارد. مهمترین آنها مس، سرب، روی، آهن و منگنز می‌باشند. فلزات سنگین در بافت چربی،

Archive of SID
www.SID.ir

عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انباشته شده وسبب بروز اختلالات عصبی، انواع سرطان‌ها و در موارد حاد مرگ می‌شوند. از طرف دیگر خاصیت تجمع‌پذیری فلزات سنگین در گیاهان نیز خطرات ناشی از آنها را دو چندان می‌کند [۱۵]. هدف از اجرای این تحقیق مقایسه استفاده همزمان از عناصر منگنز، روی و مس به شکل‌های مختلف معدنی، آلی خارجی و آلی داخلی و نیز سطوح متفاوت عناصر و تأثیر آنها بر عملکرد رشد و صفات ایمنی در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق از ٤٨٠ قطعه جوجه گوشتی (مخلوط مساوی نر و ماده) یک روزه از سویه تجاری کاب ۵۰۰ استفاده شد. جوجه ها پس از وزن‌کشی اولیه، در قالب شش تیمار و چهار تکرار و هر تکرار ۲۰ قطعه براساس میانگین وزن تقریباً مشابه به‌طور تصادفی در واحدهای آزمایشی تقسیم شدند. کلیه جیره‌ها براساس جدول‌های پیشنهادی سویه کاب برای سه مرحله آغازین، رشد و پایانی تهیه شدند (جدول ۱).

جدول ۱. مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره پایه آغازین، رشد و پایانی

ماده خوراکی (کیلوگرم)	آغازین	رشد	پایانی
ذرت	٥٤/٨	٥٧/٢٨	٦٢/٦
کنجاله سویا (٤٤ درصد پروتئین خام)	٣٩/٨	٣٦/٥٦	٣١/٧٣
روغن سویا	١/٥	٢/٥	٢
دی کلسیم فسفات	١/٤	١/٣٨	١/٣
کربنات کلسیم	١/٣٢	١/١	١/٣
مکمل ویتامینی	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٢٥
نمک	٠/٢٧	٠/٢٥	٠/٢٧
دی ال متیونین	٠/٢٥	٠/٢٢	٠/١٥
بی کربنات سدیم	٠/١٥	٠/١٥	٠/١٥
ال-لیزین هیدروکلراید	٠/١	٠/٠٥٦	–
فیتاز	٠/٠٠٥	٠/٠٠٥	٠/٠٠٥
جمع	٩٩/٧٥	٩٩/٧٥	٩٩/٧٥
موادمغذی محاسبه‌شده			
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/ کیلوگرم)	٢٩٠٦/١٣	٢٩٥٥/١٣	٣٢٠٧/٥٨
پروتئین خام (درصد)	٢٢/١٣	٢٠/٩٥	١٩/٠٦٨
کلسیم (درصد)	١/٠٢	٠/٩	٠/٩٧
فسفر قابل استفاده (درصد)	٠/٥٠٤	٠/٤٥	٠/٤٧
سدیم (درصد)	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٦
کلر (درصد)	٠/٢١	٠/١٩	٠/٢
لیزین (درصد)	١/٢٢	١/١٠٨	٠/٠٦٩
متیونین + سیستئین (درصد)	٠/٥٦	٠/٥٢	٠/٤٣
ترئونین (درصد)	٠/٨٢	٠/٨١	٠/٧٥
تریپتوفان (درصد)	٠/٣٢	٠/٣	٠/٢٧

هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل ویتامینی اضافه شده به جیره دارای مواد مغذی ذیل بود: ویتامین A، ۸۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D۳ ۲۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین K۳ ۲۲۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B1 ۱۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ٤٠٠٠ میلی‌گرم، ویتامین B3 ۸۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین ۲۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B9 ٤٨٠ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۱۰ میلی‌گرم، بیوتین ۱۵۰ میلی‌گرم، پنتو تنیک اسید ۸۰۰۰ میلی‌گرم، نیاسین ۳۵۰۰ میلی‌گرم، آنتی‌اکسیدان ۱۰۰۰۰۰۰ میلی‌گرم.

Archive of SID
www.SID.ir

مکمل پایه معدنی برای همه تیمارها یکسان و مکمل عناصرمعدنی منگنز، روی و مس برای هر جیره جداگانه تهیه شد. اجزا و ترکیب مکمل پایه معدنی به شرح جدول ۲ بود.

فرم غیرآلی منگنز، روی و مس به شکل سولفات بود. فرم آلی خارجی (کیلات متیونین- عنصر) از شرکت تجاری تهیه گردید. فرم داخلی (کیلات متیونین- عنصر) در مؤسسه تحقیقات علوم دامی تولید و مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳).

در این تحقیق سه منبع مختلف مکمل عناصر منگنز، روی و مس در دو سطح مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی به شرح زیر بود:

۱- جیره پایه دارای ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

۲- جیره پایه دارای ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

۳- جیره پایه دارای ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

٤- جیره پایه دارای ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

۵- جیره پایه دارای ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

٦- جیره پایه دارای ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مس

در هر مرحله برای هر واحد آزمایشی دان داده شده در ابتدا و دان باقیمانده در پایان آن دوره توزین گردید. از تفاضل وزن خوراک داده شده و خوراک باقیمانده تقسیم بر تعداد روزمرغ، خوراک مصرفی دوره محاسبه شد. علاوه بر این در خاتمه هر دوره، وزن‌کشی جوجه‌های هر تکرار به صورت گروهی و بعد از دو ساعت اعمال گرسنگی به‌کمک ترازوی دیجیتال با دقت ±۱۰ گرم انجام شد. افزایش وزن روزانه در هر مرحله از تفاضل وزن جوجه‌های هر قفس در انتها و ابتدای آن دوره و تقسیم بر تعداد روزمرغ محاسبه شد.

جدول ۲. غلظت مواد معدنی در مکمل پایه مشترک مورد استفاده در جیره‌ها (میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل)

ماده معدنی	آهن	سلنیوم	کولین کلراید	ید	منگنز	مس	روی
غلظت (میلی‌گرم)	۱٤۰۰۰	۳۰۰۰	٦۰۰۰۰	٤۰۰۰	۰	۰	۰

جدول ۳. مقادیر عناصر منگنز، روی و مس در منابع معدنی و آلی استفاده‌شده در آزمایش (درصد)

مکمل/ عنصر	سولفات منگنز	کیلات منگنز- متیونین خارجی	کیلات منگنز- متیونین داخلی	سولفات روی	کیلات روی- متیونین خارجی	کیلات روی- متیونین داخلی	سولفات مس	کیلات مس- متیونین خارجی	کیلات مس- متیونین داخلی
منگنز	۳۳	۸	۱۲	–	–	–	–	–	–
روی		–	–	۳٤	۱۲	۱۷	–	–	–
مس	–	–	–	–	–	–	۲۵	۱۰	۱٤

Archive of SID
www.SID.ir

به‌منظور تعیین ضریب تبدیل خوراک در هر مرحله، دان مصرفی آن مرحله بر افزایش وزن در همان مرحله تقسیم شد. تعداد تلفات در هر مرحله جمع‌آوری و شمارش شد. درصد ماندگاری و شاخص تولید از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد.

(۱) درصد ماندگاری = a/b ×۱۰۰

که در این رابطه a تعداد جوجه‌های زنده در واحد آزمایشی در انتهای دوره و b تعداد جوجه‌های واحد آزمایشی در ابتدای دوره است.

(۲) شاخص تولید = (میانگین وزن زنده × درصد ماندگاری) / (ضریب تبدیل غذایی × طول دوره پرورش) ×۱۰۰

برای بررسی عملکرد سیستم ایمنی همورال، سنجش تیتر پادتن ضد نیوکاسل با استفاده از تست ممانعت از آگلاتیناسیون انجام شد. علاوه بر این اندازه‌گیری تست پاسخ به گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) نیز انجام گردید [۲۶]. ارزیابی فعالیت ایمنی سلولی با استفاده از واکنش حساسیت پوستی بازوفیلیک (TWS) انجام شد [۲۶]. تعداد گلبول‌های سفید (هتروفیل و لنفوسیت) از طریق مشاهده بعد از رنگ‌آمیزی گیمسا در زیر میکروسکوپ نوری و به‌روش شمارش با چشم تعیین گردید.

داده‌های حاصل با استفاده از برنامه آماری SAS (2006) رویه مدل خطی عمومی برای رابطه ۳ تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

(۳) $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + e_{ijk}$

که در این رابطه، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ A_i، اثر منبع منگنز، روی و مس؛ B_j، اثر سطح منگنز، روی و مس؛ AiBj، اثر متقابل منبع و سطح منگنز، روی و مس و e_{ijk}، اثر خطای آزمایشی می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج تأثیر نوع منبع و سطح استفاده از عناصر منگنز، روی و مس بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در جدول‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است. اثر نوع مکمل معدنی منگنز، روی و مس (معدنی، آلی خارجی و آلی داخلی) بر میانگین وزن زنده در طول دوره پرورش معنی‌دار نبود. اثر سطح (۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز) بر وزن زنده در انتهای دوره معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و جوجه‌ها در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز وزن بیشتری داشتند. اثر متقابل منبع در سطح استفاده در طول دوره بر وزن زنده معنی‌دار نبود. اثر منبع عناصر به‌جز در ۲۲ روزگی در سایر دوره‌ها بر خوراک مصرفی معنی‌دار نبود. علاوه بر این اثر سطح مصرف عناصر و اثر متقابل منبع در سطح در طول دوره پرورش (۱۰، ۲۲ و ٤۲ روزگی) نیز معنی‌دار نبود.

اثر منبع مواد معدنی (سولفات، آلی داخلی و آلی خارجی) بر ضریب تبدیل خوراک غذایی به جز در ۲۲ روزگی معنی‌دار نبود. ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر سطح عناصر، قرار گرفت (*P*<۰/۰۵) و تیمار ۱۰۰ درصد نیاز ضریب تبدیل بهتری داشت (جدول ۵). ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر اثر متقابل نوع و سطح قرار نگرفت. اثر شکل مواد معدنی منگنز، روی و مس بر درصد ماندگاری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و تیمار نوع آلی داخلی و خارجی بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۵). نوع مکمل معدنی منگنز، روی و مس تأثیری بر شاخص کارایی تولید نداشت. اثر سطح مکل معدنی منگنز، روی و مس بر شاخص کارایی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و تیمار ۱۰۰ درصد نیاز بیشترین مقدار را داشت. اثر متقابل منبع و سطح برای صفات درصد ماندگاری و شاخص کارایی معنی‌دار نبود.

منابع مختلف مکمل‌های منگنز، روی و مس به فرم معدنی نظیر اکسید، سیترات، کلرید، سولفات و یا به فرم آلی کیلات‌ها می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول٤. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن زنده و خوراک مصرفی (گرم) در سنین مختلف (روز)

اثرات/ سن	وزن زنده ۱۰ روزگی	وزن زنده ۲۲ روزگی	وزن زنده ٤۲ روزگی	خوراک تا ۱۰ روزگی	خوراک ۰ تا ۲۲ روزگی	خوراک ۰ تا٤۲روزگی
اثر منبع مواد معدنی						
سولفات	۱۹۲/٤	۸۵٦	۲۳۸۰	۱۸۵	۹۹۱[b]	۳۸۷۰
آلی خارجی	۱۹٤/۲	۸۳۳	۲۳۱۵	۱۹۱	۱۰۳۰[a]	۳۸۵۳
آلی داخلی	۱۹٤/٤	۸٤۹	۲۳۷٤	۱۹۷	۱۰٤۱[a]	۳۹٦۷
SEM	٤/۸۹	۱۸/۵	۳۲/٦٤	۵/۸۲	۱۷/۲۲	۵٦/۲۵
اثر سطح						
٪۱۰۰	۱۹٤	۸۵٦	۲۳۸۵[a]	۱۹۳	۱۰۱۹	۳۸۸۲
٪۵۰	۱۹٤	۸۳٦	۲۳۳۷[b]	۱۸۹	۱۰۲۸	۳۹۱۲
SEM	۳/۹۷	۱۵/۱	۲٦/٦۵	٤/۷۵	۱٤/۰۷	٤۵/۹۳
P-value						
اثر منبع	۰/۸۹	۰/۳۹	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۰۳	۰/۰٦
اثر سطح	۰/۹۷	۰/۳۹	۰/۰۳	۰/٤۲	۰/٤۷	۰/٤۵
اثر متقابل منبع× سطح	۰/۹۸	۰/۳٦	۰/۱٤	۰/٦	۰/٦٤	۰/۷۹

a-b: تفاوت میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون معنی‌دار است ($P< ۰/۰۵$).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی، درصد ماندگاری و شاخص کارایی

اثرات/ شاخص	ضریب تبدیل غذایی ۱۰ روزگی	ضریب تبدیل غذایی ۲۲ روزگی	ضریب تبدیل غذایی ٤۲ روزگی	درصد ماندگاری	شاخص کارایی
اثر منبع مواد معدنی					
سولفات	۰/۹٦	۱/۱٦[b]	۱/٦۳	۹۳/۳۷[b]	۳۲۵
آلی خارجی	۰/۹۸	۱/۲٤[a]	۱/٦۷	۹۸/۱[a]	۳۲۵
آلی داخلی	۱/۰۱	۱/۲٤ [a]	۱/٦۷	۹۸/۸[a]	۳۳٤
SEM	۰/۰۲۲	۰/۰۳۱	۰/۰۲۸	۱/٤٤	۱۰/۵۸
اثر سطح					
٪۱۰۰	۰/۹۹٤	۱/۲۳	۱/٦۳[b]	۹۷/۰٦	۳۳۹[a]
٪۵۰	۰/۹۷۷	۱/۱۹	۱/٦۸[a]	۹۷/۰۸	۳۲۰[b]
SEM	۰/۱۸	۰/۰۲٦	۰/۰۲	۱/۱۷	۸/٦۱
P-value					
اثر منبع	۰/۰٦	۰/۰۰۸	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/٤٤
اثر سطح	۰/۳۳	۰/۰۷	۰/۰۰۵	۰/۹۸	۰/۰۰۳
اثر متقابل منبع× سطح	۰/۵۳	۰/۲٤	۰/۱۲	۰/۹۹	۰/۱۹

a-b: تفاوت میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

Archive of SID
www.SID.ir

برخی از این منابع سبب تحریک موکوس روده و بعضی باعث افزایش دفع مواد معدنی مصرف‌شده می‌شوند [۲۱]. در ارتباط با شکل منابع مواد معدنی مورد استفاده در تغذیه طیور نتایج پژوهش‌های پژوهشگران بسیار متفاوت است. در تحقیقاتی نشان داده شد تغذیه جوجه‌های گوشتی با دو منبع معدنی و آلی سبب اختلاف معنی‌داری در عملکرد و خصوصیات لاشه نشد [۱۹]. پژوهشگران دیگری نیز اثر پروتئین- منگنز و سولفات منگنز را بر عملکرد جوجه گوشتی را مقایسه کردند و گزارش کردند تفاوتی بین تیمارها در صفات عملکرد رشدی جوجه‌های گوشتی وجود نداشت [۱]. علاوه بر این در پژوهشی دیگر تفاوتی در عملکرد جوجه‌های تغذیه‌شده با مکمل سولفات مس و کیلات مس- گلایسین مشاهده نشد [۱۷]. نتایج فوق با تحقیقات حاضر همخوانی دارد.

در مقابل پژوهشگران دیگری نشان دادند کیلات مس- پروتئین در مقایسه با سولفات مس می‌تواند سبب بهبود عملکرد شود [۲۳]. علاوه بر این در آزمایشی با جوجه‌های گوشتی، شکل آلی منگنز، روی و مس تا ٤٢ روزگی تأثیری بر عملکرد پرندگان نداشت ولی با ادامه دوره پرورشی تا ۵۱ روزگی، به‌طور معنی‌داری وزن بیشتر و ضریب تبدیل غذایی بهتری به‌دست آمد [٢٤]. این گروه از پژوهشگران بیان می‌کنند که در ساختار عنصر- متیونین، این اسیدآمینه عمل پوشش عنصر را انجام می‌دهد. کیلات عنصر- متیونین در مقایسه با سایر منابع، کمتر با ترکیبات موجود در دستگاه گوارش واکنش می‌دهد، در نتیجه با زیست‌فراهمی بیشتری به جایگاه‌های جذبی در روده می‌رسد. همچنین برخلاف برخی منابع آلی و معدنی که جایگاه‌های محدودی برای جذب دارند و برای دسترسی به جایگاه جذب با هم در رقابت هستند، این عناصر از محل جذب متیونین، جذب و وارد سیستم گردش خون می‌شوند. علاوه بر این در خون هم با روشی متفاوت با دیگر منابع انتقال یافته و هنگامی که به بافت هدف رسیدند، در صورت عدم نیاز، ذخیره می‌شوند تا در شرایط استرس و بیماری، نیاز بدن را تأمین کنند [۵].

چندین عامل، انفرادی یا تجمعی، می‌توانند بر پاسخ مشاهده‌شده از مکمل‌های عناصر معدنی کم نیاز تأثیر بگذارند. از جمله این موارد اجزای جیره است. پیشنهاد شده است که پاسخ به افزودن روی به جیره‌های بر پایه ذرت کنجاله سویا در مقابل جیره پایه گندم، کمتر است چون در این جیره‌ها بخش بیشتری از نیاز پرنده تأمین می‌شود [۲۱]. جیره‌های بر پایه گندم ویسکوزیته را افزایش می‌دهند [٤]. ولی در مقابل فیتاز می‌تواند مقدار پاسخ به افزودن عناصر معدنی کم نیاز را به‌دلیل افزایش دسترسی به عناصر کاهش دهد. به‌نظر می‌رسد روش تولید و نوع اسید آمینه یا پروتئین مورد استفاده در شکل آلی عناصر منگنز، روی و مس و به‌دنبال آن تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها موجب نتایج متفاوت شده است. علاوه بر آن نوع جیره پایه و طول دوره پرورش نیز مؤثر است.

موضوع دیگر سطح عناصر مورد استفاده است. در ارتباط با سطح استفاده از عناصر منگنز، روی و مس می‌توان به نقش اثرات متقابل بین این سه عنصر با سایر عناصر به‌ویژه آهن، کلسیم و فسفر اشاره کرد [۱۱]. ازآنجایی‌که سطح سایر عناصر در جیره تغییر نکرده به‌نظر می‌رسد استفاده از سطح ۵۰ درصد نیاز این سه عنصر به‌دلیل اثر متقابل با سایر عناصر نتوانسته نیاز پرندگان برای رشد را فراهم کند.

اثر نوع و سطح مکمل معدنی و اثر متقابل نوع و سطح بر درصد لاشه معنی‌دار نبود (جدول ٦). اثر نوع مواد معدنی منگنز، روی و مس بر درصد سینه معنی‌دار بود (P< ۰/۰۵) و تیمار شکل آلی مواد معدنی خارجی با

Archive of SID
www.SID.ir

۲۷/۵ درصد بیشترین مقدار را داشت. استفاده از شکل سولفات مواد معدنی منگنز، روی و مس موجب افزایش درصد کبد شد (P<۰/۰۵). اثر سطوح مصرف مواد معدنی منگنز، روی و مس به‌جز درصد بال‌ها (P<۰/۰۵) معنی‌دار نبود. در سطح بالای مواد معدنی درصد بال‌ها بیشتر بود (۵/٤۳ درصد). اثر متقابل نوع و سطح عناصر بر هیچ‌کدام از اجزای لاشه معنی‌دار نبود.

عنصر روی بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های بدن تأثیر دارد. برخی پژوهشگران گزارش کردند منابع آلی عنصر روی نسبت به منابع غیر آلی سبب افزایش بازده لاشه، سینه و ران شدند [۲۵]. درحالی‌که در مقابل پژوهشگران دیگری تفاوت معنی‌داری بین منابع آلی و معدنی عناصر منگنز، روی و مس در صفات لاشه جوجه گوشتی مشاهده نکردند [۲٤]. همچنین در آزمایش دیگری اختلاف معنی‌داری بین دو منبع معدنی و آلی در مورد خصوصیات لاشه جوجه گوشتی مشاهده نشد [۱۹]. در این پژوهش بهبود درصد لاشه و برخی صفات لاشه مانند درصد بال‌ها، در جیره‌های ۱۰۰ درصد نیاز مشاهده شد که می‌توان آن‌را به بهبود معدنی شدن استخوان‌ها نسبت داد.

براساس نتایج به‌دست‌آمده اثر منبع و سطح مواد معدنی منگنز، روی و مس بر ایمنی سلولی در پاسخ پوست به دی تیترو کلروبنزن ۲٤ و ٤۸ ساعت پس از تزریق معنی‌دار نبود (جدول ۷). همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشان داد اثر منبع و سطح مواد معدنی منگنز، روی و مس بر عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل معنی‌دار نبود. اثر متقابل نوع و سطح عناصر نیز در این متغیرها نیز معنی‌دار نبود.

جدول ٦. اثر تیمارهای آزمایشی بر لاشه و اجزای لاشه (درصد)

اثرات/ درصد	لاشه درصد	سینه درصد	ران درصد	چربی درصد	کبد درصد	طحال درصد	بورس درصد	بال‌ها درصد
اثر منبع مواد معدنی								
سولفات	۷۰/۹۸	۲٦/٤۹[b]	۱۸/۹۳	۱/۳٤	۱/۹۵[a]	۰/۰۹	۰/۰۵۹	۵/٦٤
آلی خارجی	۷۲/۳۲	۲۷/۵۰[a]	۱۹/۰٤	۱/۱٦	۱/۷۹[b]	۰/۰۸	۰/۰۵٦	۵/٦٦
آلی داخلی	۷۱/۲٦	۲٦/۵۰[b]	۱۸/۳۳	۱/۲۹	۱/۸٤[b]	۰/۰۷	۰/۰۵٦	۵/۵
SEM	۰/۹۹	۰/۳۵	۰/۷٦	۰/۱٤	۰/۰۳۹	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۹
اثر سطح								
٪۱۰۰	۷۲/۰۵	۲۷/۰٤	۱۸/۹٤	۱/۳۳	۱/۸٦	۰/۰۸	۰/۰٦	۵/۷۷[a]
٪۵۰	۷۰/۹۹	۲٦/٦۲	۱۸/٦	۱/۱۹	۱/۸٦	۰/۰۷	۰/۰۵	۵/٤۳[b]
SEM	۰/۸۱	۰/٤۳	۰/٦۲	۰/۱۱	۰/۰٤۸	۰/۰۸	۰/۰۰۹	۰/۱۱
P-value								
اثر منبع	۰/۱٤	۰/۰۳٦	۰/۲	۰/٤۰	۰/۰۰٤	۰/۰۹	۰/۹	۰/۳۲
اثر سطح	۰/۰۷	۰/۲٤	۰/۳۱	۰/۲٤	۰/۹۸	۰/۱۲	۰/۳	۰/۰۰٦
اثر متقابل منبع× سطح	۰/٦٦	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۷۱	۰/۸٤	۰/۳۷	۰/۸۵	۰/۹٦

a-c: تفاوت میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

Archive of SID
www.SID.ir

افزودن شکل آلی داخلی مواد معدنی منگنز، روی و مس به جیره پایه سبب بیشترین پاسخ تیتر آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند شد (P<۰/۰۵). تیمار ۵۰ درصد نیاز نیز واکنش به عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفند را افزایش داد (P<۰/۰۵). اثر منبع مواد معدنی منگنز، روی و مس بر تیتر آنتی‌بادی ایمونوگلوبولین G و M معنی‌دار نبود ولی در تیمار آلی داخلی بیشتر بود. سطح مکمل معدنی منگنز، روی و مس عیار ایمونوگلوبولین G نیز معنی‌دار نبود ولی تیمار ۵۰ درصد مقدار بیشتری داشت. سطح مکمل معدنی منگنز، روی و مس عیار ایمونوگلوبولین M معنی‌دار نبود. اثر متقابل منبع در سطح بر تیتر آتتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند معنی دار بود و تیمار آلی خارجی ۱۰۰٪ نیاز کمترین مقدار را داشت. اثر متقابل منبع در سطح بر تیتر آتتی‌بادی ایمونوگلوبولین G و M معنی‌دار نبود.

درصد هتروفیل، درصد لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تأثیر منبع و سطح مواد معدنی منگنز، روی و مس قرار نگرفتند (جدول ۸). این امر می‌تواند ناشی از شرایط آسایش دمایی و رعایت نکات مدیریت پرورش در این تحقیق باشد. اثر متقابل منبع در سطح بر درصد هتروفیل، درصد لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت معنی‌دار بود و تیمار آلی خارجی در سطح ۱۰۰٪ بیشترین مقدار را داشت.

جدول ۷. اثر تیمارهای آزمایشی بر ایمنی سلولی (میلیمتر) **و ایمنی هومورال** (عکس لگاریتم آخرین چاهکی که هماگلاتیناسیون داده است)

اثرات/ پاسخ	به دی تیترو کلرو بنزن پس از ۲٤ ساعت	به دی تیترو کلرو بنزن ٤٨ ساعت	آنتی‌بادی علیه ویروس واکسن نیوکاسل(Log_2)	آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند (Log_2)	IgG (Log2)	IgM (Log2)
اثر منبع مواد معدنی						
سولفات	۱/۵۱	۰/۷۷	۳/٦	۵/٦۸[a]	٤/٤٤	۱/۲۵
آلی خارجی	۱/٤۳	۰/۷۹	۳/٦۸	۵/۰٦[b]	٤	۱/۰٦
آلی داخلی	۱/٤٦	۰/۷۸	۳/۵٦	٦/۰۳[a]	٤/۵	۱/۵
SEM	۰/۰۵۳	۰/۰٤۱	۰/۳	۰/۲۵	۰/۲٦	۰/۱۷
اثر سطح						
٪۱۰۰	۱/٤۳	۰/۷۹	۳/٦۲	۵/۳۳[b]	٤/۱۲	۱/۲۱
٪۵۰	۱/۵	۰/۷۷	۳/٦۷	۵/۸۵[a]	٤/۵	۱/۳۳
SEM	۰/۰٤۳	۰/۰۳٤	۰/۲٤	۰/۲۰	۰/۳	۰/۲
اثر متقابل منبع در سطح						
سولفات ۱۰۰٪	۱/٤۹	۰/۷۹	۳/۷۵	۵/۵[a]	٤/۲۵	۱/۲۵
سولفات ۵۰٪	۱/۵۲	۰/۷٦	۳/٦۲	۵/۸۷[a]	٤/٦۲	۱/۲۵
آلی خارجی۱۰۰٪	۱/۳۷	۰/۷۸	۳/٦۲	٤/۳۷[b]	۳/۵۰	۰/۸۷
آلی خارجی ۵۰٪	۱/۵۳	۰/۸۰	۳/۷۵	۵/۷۵[a]	٤/۵۰	۱/۲۵
آلی داخلی ۱۰۰٪	۱/٤٦	۰/۸۰	۳/۵۰	٦/۱۲[a]	٤/٦۲	۱/۵۰
آلی خارجی ۵۰٪	۱/٤۵	۰/۷۷	۳/٦۲	۵/۹۵[a]	٤/۳۷	۱/۵۰
SEM	۰/۰۱٦	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰٦
اثر منبع	۰/۳۷۹	۰/۹۱٤	۰/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۳۵	۰/۲۳
اثر سطح	۰/۱۰۹	۰/٦۹۷	۰/۸٦	۰/۰۱۵	۰/۲۲	۰/۵٤
اثر متقابل منبع× سطح	۰/۱۳۷	۰/۷۵۷	۰/۸۹	۰/۰۱۳	۰/۲٦	۰/٦۹

a-c: تفاوت میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون معنی‌دار است (P< ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸. اثر تیمارهای آزمایشی بر سلول‌های ایمنی خون (درصد)

اثرات/ سلول ایمنی	هتروفیل (درصد)	لنفوسیت (درصد)	نسبت هتروفیل به لنفوسیت
اثر منبع مواد معدنی			
سولفات	۱۱/۱۳	۸۸/۸۸	۰/۱۲
آلی خارجی	۱۱/۵٦	۸۸/٤٤	۰/۱۲۷
آلی داخلی	۱۰/۸۸	۸۹/۱۳	۰/۱۱٦
SEM	۰/۵٦	۰/۵۳٦	۰/۰۰۷
اثر سطح			
٪۱۰۰	۱۱/۲۹	۸۸/۷۱	۰/۱۲
٪۵۰	۱۱/۰۸	۸۸/۹۲	۰/۱۲
SEM	۰/٤۳	۰/٤۳۸	۰/۰۰٦
اثر متقابل منبع در سطح			
سولفات ٪۱۰۰	۱۰/۷۵^{b}	۸۹/۲۵^{b}	۰/۱۱۵^{b}
سولفات ٪۵۰	۱۱/۵۰^{ab}	۸۸/۵۰^{ab}	۰/۱۲۵^{ab}
آلی خارجی ٪۱۰۰	۱۲/۵۰^{a}	۸۷/۵۰^{a}	۰/۱٤۰^{a}
آلی خارجی ٪۵۰	۱۰/٦۲^{b}	۸۹/۳۷^{b}	۰/۱۱۵^{b}
آلی داخلی ٪۱۰۰	۱۰/٦۲^{b}	۸۹/۳۷^{b}	۰/۱۱۲^{b}
آلی خارجی ٪۵۰	۱۱/۱۲^{ab}	۸۸/۸۷^{ab}	۰/۱۲۰^{ab}
SEM	۰/۵۳	۰/۲۲	۰/۰۰۳
P-value			
اثر منبع	۰/٤۳	۰/٤٤	۰/۲۹
اثر سطح	۰/٦۳	۰/٦٤	۰/٦۷
اثر متقابل منبع× سطح	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵

عوامل متعددی بر سیستم ایمنی پرنده مؤثر هستند. تغذیه تنش‌زا (کمبود مواد مغذی کم‌مصرف، مایکوتوکسین‌ها و فلزات سنگین) و شرایط محیطی تنش‌زا (دما، رطوبت و آلوده‌کننده‌ها) باعث تولید رادیکال‌های آزاد در بدن حیوانات می‌شوند. این رادیکال‌ها سبب آسیب به سلول‌های ایمنی می‌گردند. هرچند هر سه عنصر منگنز، روی و مس برسیستم ایمنی مؤثر هستند ولی عنصر روی در این موضوع اهمیت بیشتری دارد. کمبود عنصر روی پاسخ‌های مناسب به رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهد [۳] و کمبود روی و مس سبب تشدید عفونت باکتریایی می‌شود [۷]. نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، با فرضیه افزایش تیتر آنتی‌بادی در صورت استفاده از کیلات هم‌خوانی دارد و با پژوهش پژوهشگرانی مشابهت دارد که بیان کردند شکل آلی مواد معدنی بر سیستم ایمنی تأثیر مثبت معنی‌دار دارد. در تحقیقات پیشین پژوهشگران گزارش کردند، کیلات روی در جوجه گوشتی سبب تعادل بین لنفوسیت T کمک‌کننده (Th2 و Th1) می‌شود که نقش فعال‌سازی ماکروفاژها و القای تولید آنتی‌بادی دارند و نشان دادند بیان ایمونوگلوبین‌های M و G را افزایش می‌دهند. ولی روی، به شکل سولفات، باعث ایجاد التهاب موضعی در روده و ایجاد عفونت در بدن می‌شود [۱۳]. در ارتباط با

Archive of SID
www.SID.ir

سطح مورد استفاده عناصر هرچند پژوهشگران ۳۰ درصد عناصر منگنز، روی و مس به شکل آلی را جایگزین ۱۰۰ درصد شکل معدنی آنها کردند و نشان دادند که در مرغ مادر این جایگزینی سبب اثر مثبت بر پاسخ ایمنی شد و سطح آنتی‌بادی در مقابل ویروس نیوکاسل بعد از واکسیناسیون افزایش یافت [۲۲]. ولی در مقابل آزمایشی نشان داد وقتی جیره با ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم عنصر روی مکمل شد، تیتر آنتی‌بادی بر علیه نیوکاسل پرندگان بالاتر از سطوح ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود [۹]. به‌نظر می‌رسد این عدم تطبیق نتایج با یکدیگر به نوع مواد استفاده شده در تحقیقات مختلف مربوط باشد.

مقایسهٔ نتایج مربوط به اثر سطح عناصر بر عملکرد و پاسخ‌های ایمنی نشان می‌دهد که احتمالاً مقدار منگنز، روی و مس مورد نیاز برای دستیابی به نتیجهٔ مطلوب در حوزه‌های گوناگون (عملکرد، ایمنی و ساخت استخوان) با یکدیگر تفاوت دارد. این نکته برای تنظیم بهینهٔ مقدار مواد معدنی جیره به‌منظور پیشگیری یا هنگام بروز بیماری‌ها حائز اهمیت می‌باشد.

براساس نتایج این پژوهش استفاده از شکل آلی داخلی منگنز، روی و مس نه تنها اثر منفی بر صفات عملکردی ندارد بلکه سبب بهبود پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی نیز می‌شود. بدین لحاظ می‌توان بیان داشت شکل آلی منگنز، روی و مس داخلی قابلیت جایگزینی با منابع معدنی و شکل آلی خارجی را دارد. علاوه بر این تحقیق حاضر اثرات مثبت استفاده از سطح ۱۰۰ درصد نیاز بر عملکرد مطلوب جوجه‌های گوشتی را نشان داد.

منابع

1. Brooks MA, Grimes JL, Lloyd1 KE, Valdez F and Spears JW (2012) Relative bioavailability in chicks of manganese from manganese propionate Journal Appl Poultry Research 21: 126-130.
2. Burin Junior, AM, Fernandes NLM, Fireman ASA, Horn D, Fernandes JIM (2018) Arginine and manganese supplementation on the immune competence of broilers immune stimulated with vaccine against Salmonella Enteritidis. Poultry Science .Desamber 28.
3. Chesters JK (1997) Zinc. In: Hndbook of Nutritionally Essential Mineral Elements, pp. 185-230 (BL O'Delland RA Su nde, editors). New York: Marcel Dekker Inc.
4. Choct M (2006) Enzymes for the feed industry: past, present and future. Worlds Poult. Sci. J. 62: 5-16.
5. Coa J, Henry PR, Guo R, Holwerda RA, Toth JP, Littell RC, Miles RD and Ammerrman CB (2000) Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminants. Journal of Animal Science, 78(8): 2039-2054.
6. Conly AK, Poureslami R, Koutsos EA, Batal A, Jung B, Beckstead R and Peterson DG (2012) Tolerance and efficacy of tribasic manganese chloride in growing broiler chickens. Poultry Science 91: 1633-1640.
7. Djoko KY, Ong CY, Walker MJ and. McEwan AG (2015) The Role of Copper and Zinc Toxicity in Innate Immune Defense against Bacterial Pathogens. The Journal of Biological Chemistry. 290(31), 18954-18961.
8. Edwards HM and Baker DH (1999) Bioavailability of zinc in several sources of zinc oxide, zinc sulfate, and zinc metal. Journal of Animal Science 77: 2730-2735.
9. Ezzati MS, Bozogmehrifard MH, Bijanzad P, Rasoulinezhad S, Moomivand H, Faramarzi S, Ghaedi A, Ghabel H and Stabraghi E (2013) Effects of different levels of zinc supplementaltion on broilers performance and immunity response to Newcastle disease vaccine. European Journal of Experimental Biology. 3(5): 497-501.
10. Feng J, Ma WQ, Niu HH, Wu XM and Wang Y (2010) Effect of zinc glaycine chelate on growth, hematological and immunological characteristics in broilers. Biology Trace Elementry Res. 133: 203-211.
11. Hansen SL, Spears JW (2009) Bioaccessibility of iron from soil is increased by silage fermentation. Journal of Dairy Science. 92: 2829-2905.

Archive of SID
www.SID.ir

12. Hussein HA, Staufenbiel R (2012) Variations in copper concentration and ceruloplasmin activity of dairy cows in relation to lactation stages with regard to cerulo-plasmin to copper ratios. Biological Trace Element Research 146(1): 47-52.
13. Jarosz L, Marek A, Gradzki Z, Kwiecien M, Zylinska B, Kaczmarek B (2017) Effect of feed supplementation with zinc glycine chelate and zinc sulfate on cytokine and immunoglobulin gene expression profiles in chicken intestinal tissue. Poult Sci. 2017 Dec 1; 96(12): 4224-4235.
14. Ji F, Luo XG, Lu L, Liu B and Yu SX (2006) Effect of Manganese Source on Manganese Absorption by the Intestine of Broilers. Poultry Science 85:1947-1952.
15. Karbasi A and Bayati A (2002) Environmental Geochemistry. published Kavoshe Ghalam. 45-49.
16. 16.Kidd MT (2004) Nutritional modulation of immune function in broilers. Poultry Science 83: 650-657.
17. Kwiecien M, Winiarska-Mieczan A, Zawisilak K, and Sroka S (2014) Effect of copper glycinate chelate on biomechanical, morphometric and chemical properties of chicken femur. Annals of Animals Science 14: 127-135.
18. Ma W, Niu H, Feng J, Wang Y and. Feng J (2011) Effects of zinc glycine chelate on oxidative stress, contents of trace elements, and intestinal morphology in broilers. Biol. Trace Elem. Res. 142:546– 556.
19. Manangi M.K, Vazquez-Anon M, Richard JD, Carter S, and Buresh RE (2012) Impact of feeding lower levels of chelated trace minerals versus industry levels of inorganic trace minerals on broiler performance, yield, footpad health, and litter mineral concentration. The Journal of Applied Poultry Research. 21: 881–890.
20. McDonald RS (2005) The Role of Zinc in Growth and Cell Proliferation. Journal Nutrition Nutritional siences pogram,University of Missouri. Columbia. MO. 65211.
21. Mwangi S, Timmons J, Ao T, Paul M, Macalintal L, Pescatore A, Cantor A, Ford M and Dawson KA (2017) Effect of zinc imprinting and replacing inorganic zinc with organic zinc on early performance of broiler chicks. Poultry Science. 96:861–868.
22. Oviedo-Rondon EO, Leandro NM, Ali R, Koci M, Moraes V and Brake J (2013) Broiler breeder feeding programs and trace minerals on maternal antibody transfer and broiler humoral immune response1. The Journal of Applied Poultry Research 22:499-510.
23. Shamsudeen P and Shrivastava HP (2013) Biointeraction of chelated and inorganic copper with aflatoxin on growth performance of broiler. International Journal of Veterinary Science 2:106-110.
24. Sirri F, Maiorana G, Tavaniello S, Chen j, Petracci M and Meluzzi A (2016) Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. Poultry Science 95(8):1813-1824.
25. Sunder Gajura S, Panda A, Gopinath N, Rao SR, Raju M, Reddy M and Kummer CV (2008) Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability, and immune competence in broiler chickens. The Journal of Applied Poultry Research 17(1).79-86.
26. Thornton SA, corzo A, Pharr GT, Dozier WA, Miles DM. and Kidd MT (2006) Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. British Poultry Science 47: 190-199.
27. White C, Lee J, Kambe T, Fritsche K, and Petris MJ (2009) A role for the ATP7A copper-transporting ATPase in macrophage bactericidal activity.J. Biol. Chem. 284, 33949-33956.

Archive of SID
www.SID.ir

Animal Production
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Effect of different sources of manganese, zinc and copper on performance, carcass characteristics and immune response of broilers

Mehrdad Nafisi[1*], Mansour Rezaee[2], Seid Abdolah Hosseini[3], Mohamad Kazemifard[4]

1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of animal Science and fisheries, University of Agriculture and Natural Resources Sari, Sari, Iran
2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of animal Science and fisheries, University of Agriculture and Natural Resources of Sari, Sari, Iran
3. Associate Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of animal Science and fisheries, University of Agriculture and Natural Resources of Sari, Sari, Iran

Received: December 5, 2018 Accepted: February 11, 2019

Abstract

In order to determine effect of various sources of manganese, zinc and copper (Sulfate, foreign and Internal organic) and requirement levels (100, 50% requirement) on performance and immune response of broilers, an expriment was conducted using 480 commercial CAB 500 hybrid broilers in a 2×3 factorial arrangement with completely randomized design. During the experiment, live body weight (LBW), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) were measured. At the end of the experiment, blood sampling was done and total antibody titer against sheep's red blood cell (SRBC), antibody titer against Newcastle Disease virus (ND) and differential count of white blood cells (WBC) were measured. The results showed that mineral sources did not affect the performance of broilers. The sources of minerals had a significant effect on livability percentage ($P<0.05$) and the highest livability was observed for organic (foreign and local) treatments. Usage of local organic manganese, zinc and copper caused a better response to sheep's red blood cell (SRBC) ($P<0.05$) relative to foreign form. Moreover, there was significant difference among the treatments in terms of weight ($P<0.05$), feed conversion ($P<0.05$) and production index ($P<0.05$) and treatment with 100% requirement level had maximum impact. The birds fed with 50 % requirement showed a better response to SRBC ($P<0.05$). According to the results of this experiment, the organic forms of the three manganese, zinc and copper produced in Iran can simultaneously, meet the needs of broilers and can be replaced with inorganic and the foreign sources. In addition, the 100 % requirement level of manganese, zinc and copper, regardless of source, is recommended to achieve the maximum growth performance and 50 % requirement level is recommended for better immune function.

Keywords: Broiler, Immune response, Inorganic mineral, Organic mineral, Performance.

* Corresponding author: mehrnafisi@yahoo.com

www.SID.ir