



تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

صفحه‌های ۱۳۷-۱۲۷

تأثیر افزودن منابع معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

میثم پورطاهری^۱، مه‌رمان مه‌ری^{۲*}، فرزاد باقرزاده کاسمانی^۳، محمود قزاقی^۳

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

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

۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثرات افزودن سطوح مختلف منابع نمک معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی، آزمایشی با تعداد ۴۰۰ قطعه بلدرچین ژاپنی نر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار آزمایشی و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل یک جیره پایه فاقد مکمل آهن (شاهد) و جیره‌های پایه مکمل شده با سطوح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات، کیلات و نانو آهن بودند. پرنده‌گانی که با مقدار ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات آهن تغذیه شدند، افزایش وزن بیشتری نسبت به گروه‌های شاهد، ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم سولفات داشتند ($P < 0.05$). تغذیه ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با گروه‌های شاهد، سولفات و ۶۰ میلی‌گرم کیلات آهن شد ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که با ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن تغذیه شدند، دارای آهن بیشتری در گوشت سینه نسبت به گروه‌های سولفات و شاهد بودند ($P < 0.05$). گروه ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات آهن ظرفیت نگهداری آب بیشتری را نسبت به تیمارهای شاهد، ۶۰ و ۹۰ میلی‌گرم سولفات، ۶۰ میلی‌گرم کیلات و ۹۰ میلی‌گرم نانو آهن و مقدار مالون دی‌آلدهید کمتر از گروه شاهد و ۶۰ میلی‌گرم سولفات آهن داشت ($P < 0.05$). گروه ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن، میزان آهن کبد و سرم خون بیشتر و افت ناشی از پخت کمتر در مقایسه با تیمار شاهد داشت ($P < 0.05$). در پژوهش حاضر، اشکال و سطوح مختلف آهن، بر پارامترهای مورد بررسی، اثر متغیری داشتند.

کلیدواژه‌ها: بلدرچین، کیفیت گوشت، کیلات، منابع آهن، نانو.

مقدمه

آهن علاوه بر این که جز ضروری در هموگلوبین و میوگلوبین برای انتقال اکسیژن و دی‌اکسیدکربن است، نقش کلیدی در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی سلول‌ها نیز ایفا می‌کند. برخی از نقش‌های مهم آهن شامل کاتالیز تبدیل کاروتن به ویتامین A، سنتز کارنتین برای حمل اسیدهای چرب، سنتز کلاژن، حضور در آنتی‌بادی‌ها و دفع سمیت داروها در کبد است [۱۰]. آهن در آنزیم‌های مربوط به انتقال الکترون شامل سیتوکروم bc، سیتوکروم c و سیتوکروم اکسیداز وجود دارد و در سنتز اسید نوکلئیک و به‌عنوان کوفاکتور در سنتز تعدادی پروتئین و DNA شرکت دارد [۱]. آهن در طیور به‌دلیل نقش‌های زیاد آن در سیستم‌های آنزیمی و پروتئینی یکی از مواد معدنی ضروری است [۳۲]. زیاد بودن آهن در جیره موجب افزایش دفع مواد معدنی و کاهش ابقای آن‌ها در بدن و نهایتاً کاهش عملکرد طیور می‌شود [۱۸]. سطوح نامناسب مواد معدنی میکرو در جیره نه تنها باعث هدرروی آن‌ها بلکه باعث آلودگی خاک و منابع آبی نیز می‌شود [۱۱، ۲۸ و ۳۰].

در دهه‌های اخیر استفاده از منابع آلی مواد معدنی موضوع تعداد بسیار زیادی از تحقیقات شده است. این منابع آلی مواد معدنی را می‌توان با اهمیت‌ترین رویداد مهم در مورد اشکال تجاری مواد معدنی در مکمل‌های دام و طیور در چند دهه گذشته در نظر گرفت [۳۱]. معمولاً مواد معدنی در جیره طیور با استفاده از منابع نمکی ارزان تأمین می‌شوند که توجه زیادی از نظر کیفیت مورد نیاز به آنها نشده است. به‌طور سنتی مکمل آهن به فرم نمک معدنی (سولفات، اکسید و کربنات) استفاده می‌شود [۴] که زیست‌فراهمی آن بسیار کم است و باعث هدرروی و آلودگی محیط زیست می‌شود. افزودن آهن به جیره به فرم کیلات با اسیدآمین یا پروتئین از طریق جذب بهتر

می‌تواند باعث جلوگیری و برطرف کردن کمبود آهن در انسان و دام شود [۹ و ۱۲].

فناوری نانو در تغذیه، باعث تغییر در ساختار فیزیکی مواد مغذی بدون تغییر در ساختار شیمیایی موادی که جذب آن‌ها در بدن دشوار است، شده و آن‌ها را بیشتر در دسترس بدن قرار می‌دهد. یکی از مهم‌ترین خصوصیات مواد تولیدشده در مقیاس نانو، افزایش نسبت سطح به حجم است. کاهش اندازه آهن تا ۵۰ درصد باعث افزایش جذب آن تا ۵۰ درصد در موش می‌شود [۱۹]. از تکنولوژی نانو جهت بهبود زیست‌فراهمی اسیدهای چرب ضروری، اسانس‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و داروهای گیاهی استفاده شده است [۱۴]. در یک مطالعه مشخص شد که افزودن کیلات آهن (آهن گلايسين) به جیره خوک باعث افزایش محتوی آهن عضله و آهن هم‌دار می‌شود [۳۳]. در مطالعه‌ای بر روی جوجه‌های بومی، نشان داد که غلظت هموگلوبین و کل آهن هموگلوبین بدن و وزن بدن در گروه دارای کمبود آهن کمتر از گروه‌های تغذیه‌شده با جیره با آهن کافی است و همچنین میزان ابقای آهن در گروه‌های تغذیه‌شده با جیره با آهن بالا بیشتر است [۲۹]. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کیلات آهن گلايسين باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۶]. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر افزودن اشکال نمک‌های معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد رشد، کیفیت گوشت و مقدار انباشت آهن در عضله، استخوان ران، کبد و سرم خون در بلدرچین ژاپنی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ با تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه بلدرچین ژاپنی ۲۱ روزه نر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ گروه آزمایشی در ۴ تکرار و هر تکرار ۱۰ پرنده

تولیدات دامی

تأثیر افزودن منابع معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

کیت بیوشیمی (پارس آزمون، تهران، ایران) و توسط دستگاه اتوآنالایزر (جسان چم مدل ۲۰۰، ایتالیا) اندازه‌گیری شد. از کبد و عضله سینه پرندگان کشتار شده نمونه‌برداری شد. استخوان درشت‌نی راست بلدرچین‌های کشتار شده جدا و سپس استخوان‌ها را تمیز کرده (جداسازی گوشت) و برای زدودن چربی، استخوان‌ها به مدت ۳۶ ساعت با اتیل الکل و ۳۶ ساعت با دی اتیل اتر با استفاده از دستگاه سوکسله چربی‌زدایی شدند و نمونه‌ها در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند [۱۶]. برای اندازه‌گیری میزان آهن، براساس روش شلتون در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی تبدیل به خاکستر شده و جذب آهن توسط دستگاه اسپکتوفتومتر جذب اتمی قرائت گردید [۲۶]. برای محاسبه افت خونابه بعد از کشتار، مقدار ۲۰ گرم از هر یک از نمونه‌های گوشت سینه وزن شد. نمونه‌ها در پلاستیک زیپ‌دار به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری و بعد از ۲۴ ساعت رطوبت سطحی گوشت سینه با استفاده از کاغذ جاذب رطوبت، جذب و سپس نمونه‌ها مجدداً وزن شدند و مقدار افت خونابه از رابطه ۱ به دست آمد [۸]. برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ابتدا یک گرم گوشت سینه وزن و سپس به مدت پنج دقیقه در ۱۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد. پس از آن نمونه به آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره وزن‌کشی شد [۶]. ظرفیت نگهداری آب با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (رابطه ۲).

$$(۱) \quad = \text{افت خونابه (درصد)}$$

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن اولیه}}{\text{وزن نهایی}} - 1 \right]$$

$$(۲) \quad = \text{ظرفیت نگهداری آب}$$

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن قبل از سانتریفیوژ}}{\text{وزن بعد از سانتریفیوژ}} - 1 \right]$$

روی بستر انجام شد. ابعاد هر یک از واحدهای آزمایشی ۱×۱ متر و از جنس پلاستیک بود. یک آبخوری کله‌قندی، دانخوری قناری و تراشه چوب برای کف بستر استفاده گردید. در طول دوره آزمایش (۲۲ تا ۳۵ روزگی) بلدرچین‌ها به صورت آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند. تیمارهای آزمایشی شامل یک جیره پایه فاقد مکمل آهن (شاهد)، جیره پایه مکمل شده با سولفات آهن در سه سطح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، جیره پایه مکمل شده با کیلات آهن در سه سطح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و جیره پایه مکمل شده با نانو آهن در سه سطح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. تعداد ۱۰۰۰ قطعه پرنده از مخلوط دو جنس در سه هفته اول پس از هچ، با جیره پایه دارای کمبود آهن تغذیه و در ۲۱ روزگی ۴۰۰ قطعه جنس نر جدا و پس از انتقال به واحدهای آزمایشی، از ۲۲ تا ۳۵ روزگی با جیره‌های مربوط به هر تیمار تغذیه شدند. برای تعیین دقیق میزان آهن جیره پایه ابتدا نمونه خوراک در کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ ساعت به خاکستر تبدیل، سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل و خشک شدند. به نمونه خاکستر شده ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و پس از ۳۰ دقیقه نمونه هضم شده از کاغذ صافی عبور داده و در بالن با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و در نهایت میزان آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد [۷]. جیره پایه براساس احتیاجات غذایی توصیه شده برای بلدرچین ژاپنی [۲۰] تنظیم شد (جدول ۱).

خوراک مصرفی و وزن بدن به صورت هفتگی اندازه‌گیری و عملکرد برای کل دوره محاسبه شد. در ۳۵ روزگی بعد از ۴ ساعت گرسنگی از دو قطعه پرنده از هر تکرار از طریق ورید بال خون گرفته و سپس کشتار شدند. پس از جدا کردن سرم، مقدار آهن سرم بوسیله

تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره پایه

مقدار در جیره (درصد)	مواد خوراکی
۵۵/۸۷	ذرت
۳۵/۰۰	کنجاله سویا
۳/۹۸	کنجاله گلوتن ذرت
۱/۴۳	روغن آفتابگردان
۱/۴۱	سنگ آهک
۰/۷۱	دی کلسیم فسفات
۰/۳۴	دی ال- متیونین
۰/۳۱	بی کربنات سدیم
۰/۲۵	مکمل معدنی ^۱
۰/۲۵	مکمل ویتامین ^۲
۰/۲۲	لازین هیدروکلراید
۰/۱۳	نمک طعام
۰/۱۰	ترئونین
۱۰۰	جمع
ترکیب شیمیایی محاسبه شده	
۲۹۵۰/۰۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
۲۴/۵۲	پروتئین خام (درصد)
۲/۳۱	اسید لینولئیک (درصد)
۳/۸۴	فیبرخام (درصد)
۰/۸۰	کلسیم (درصد)
۰/۳۰	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۱۶	سدیم (درصد)
۰/۸۸	پتاسیم (درصد)
۱۱/۰۰	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)
۱/۳۵	لیزین (درصد)
۰/۷۱	متیونین (درصد)
۱/۰۸	متیونین + سیستین (درصد)
۱/۰۲	ترئونین (درصد)
۲۵۰	تعادل کاتیون-آنیون (میلی اکی والان بر کیلوگرم)
<p>۱. مکمل ویتامینی این موارد در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ویتامین A (از vitamin A acetate)، ۱۱۵۰۰ IU؛ کوله کلسیفرول، ۲۱۰۰ IU؛ ویتامین E (از DL-α-tocopheryl acetate)، ۲۲ IU؛ ویتامین B12، ۰/۶۰ mg؛ ریبوفلاوین، ۴/۴ mg؛ نیکوتین آمید، ۴۰ mg؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۵ mg؛ منادیون (منادیون دی متیل پیریمیدینول)، ۱/۵۰ mg؛ فولیک اسید، ۰/۸۰ mg؛ تیامین، ۳ mg؛ پیریدوکسین، ۱۰ mg؛ بیوتین، ۱ mg؛ کولین کلراید، ۵۶۰ mg؛ اتوکسی کوئین، ۱۲۵ mg. امکمل معدنی این موارد را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: منگنز (از $(\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$)، ۶۵ mg؛ روی (از (ZnO))، ۵۰ mg؛ مس (از $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$)، ۸ mg؛ ید از $(\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$)، ۱/۸ mg؛ سلنیم، ۰/۳۰ mg؛ کبالت (Co_2O_3)، ۰/۲۰ mg؛ مولیبدن، ۰/۱۶ mg.</p>	

بعد از اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب گوشت، نمونه های گوشت درون پلاستیک زیپ دار و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد درون حمام آب گرم (بن ماری) قرار گرفتند و بعد از آن نمونه ها با آب، سرد شدند. سپس نمونه ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شدند [۵ و ۲۱]. مقدار افت حاصل از پخت با استفاده از رابطه ۳، اندازه گیری شد.

$$\text{افت حاصل از پخت} = \frac{(\text{وزن نهایی پس از پخت} - \text{وزن اولیه قبل از پخت}) \times 100}{\text{وزن اولیه قبل از پخت}} \quad (3)$$

برای اندازه گیری مقدار مالون دی آلدئید گوشت، نمونه های گوشت مربوط به هر پرنده در پاکت های مخصوص قرار داده شدند و در دمای ۲۴- درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. سپس، یک گرم نمونه گوشت آسیاب و چهار میلی لیتر محلول اسید تری کلرواستیک پنج درصد به آن اضافه شد. پس از آن ۲/۵ میلی لیتر بوتیلات هیدروکسی تولوئن ۰/۸ درصد به آن اضافه گردید. سپس به مدت سه دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و لایه رویی آن حذف و باقی مانده آن با استفاده از کاغذ صافی، صاف شد. بعد از آن سه میلی لیتر محلول ۲- اسید تیوباربیتریک ۰/۸ درصد به آن اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از آن بلافاصله سرد گردید. میزان جذب نوری نمونه ها توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد و غلظت مالون دی آلدئید با استفاده از منحنی استاندارد به دست آمد [۱۷]. هزینه کل خوراک و هزینه خوراک برای هر کیلو وزن بدن برای هر تیمار جداگانه محاسبه شد (رابطه ۴ و ۵).

$$\text{هزینه خوراک برای هر تیمار در دوره آزمایش (تومان)} \quad (4)$$

مقدار خوراک مصرفی \times قیمت هر کیلو خوراک

$$\text{هزینه خوراک برای یک کیلوگرم وزن بدن (تومان)} \quad (5)$$

مجموع وزن زنده / هزینه خوراک در کل دوره

تولیدات دامی

تأثیر افزودن منابع معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

نداشت (جدول ۲). پرنده‌گانی که با مقدار ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات آهن در کیلوگرم جیره تغذیه شدند، افزایش وزن بیشتری را در ۲۲ تا ۳۵ روزگی نسبت به گروه شاهد، همچنین گروه ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم سولفات داشتند ($P < 0/05$). پرندهگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن در کیلوگرم جیره ضریب تبدیل خوراک بهتری در مقایسه با گروه شاهد، گروه‌های مختلف سولفات و گروه ۶۰ میلی‌گرم کیلات آهن در ۲۲ تا ۳۵ روزگی داشتند ($P < 0/05$).

در پژوهشی نشان داده شد که استفاده از نانو آهن در مقایسه با سولفات آهن اثر بهتری بر عملکرد بلدرچین دارد [۲۲]. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کیلات آهن گلايسين باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۶].

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS [۲۴] (نسخه ۹/۱) برای مدل ۶ تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند.

$$X_{ij} = \mu + \delta_j + E_{ij} \quad \text{مدل (۶)}$$

در این رابطه، X_{ij} مقدار مشاهده‌شده؛ μ میانگین جامعه؛ δ_j اثر تیمار و E_{ij} اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

براساس نتایج پژوهش، افزودن منابع مختلف آهن اثر معنی‌داری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره آزمایش (۲۲-۳۵ روزگی) داشت ($P < 0/05$) اما بر مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در بازه زمانی ۲۲-۲۸ و ۲۹-۳۵ روزگی تأثیر

جدول ۲. اثر منابع مختلف آهن بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بلدرچین ژاپنی از ۲۲ تا ۳۵ روزگی

منابع آهن	مقدار افزودنی (mg/kg)	مصرف خوراک (گرم/پرنده)			افزایش وزن (گرم/پرنده)			ضریب تبدیل خوراک		
		روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی	روزگی
شاهد	۰	۲۲-۲۸	۲۹-۳۵	۲۲-۳۵	۲۲-۲۸	۲۹-۳۵	۲۲-۳۵	۲۲-۲۸	۲۹-۳۵	۲۲-۳۵
سولفات ۶۰	۱۵۰/۴۵	۱۵۱/۱	۱۵۳/۹۵	۳۰۵/۰۵	۴۹/۸	۴۲/۹۲	۹۲/۷۲ ^b	۳/۰۳	۳/۵۹	۳/۲۹ ^a
سولفات ۹۰	۱۴۸/۹	۱۵۲/۶۱	۱۵۳/۹۲	۳۰۳/۰۶	۵۴/۱۵	۴۷/۱	۹۶/۱۶ ^b	۲/۹۸	۳/۳۴	۳/۱۵ ^a
سولفات ۱۲۰	۱۵۰/۷۷	۱۵۳/۸۳	۱۵۳/۸۳	۳۰۴/۶۱	۵۰/۴۶	۴۷/۸۵	۹۸/۳۱ ^b	۳/۰۰	۳/۲۴	۳/۱۱ ^a
کیلات ۶۰	۱۵۰/۵	۱۵۳/۶۳	۱۵۳/۶۳	۳۰۴/۱۳	۵۲/۴۳	۴۸/۸۵	۱۰۱/۲۸ ^{ab}	۲/۸۸	۳/۱۵	۳/۰ ^a
کیلات ۹۰	۱۴۷/۴۳	۱۴۹/۹۶	۱۴۹/۹۶	۲۹۷/۴	۵۴/۹۲	۴۸/۹۷	۱۰۳/۹۰ ^{ab}	۲/۶۹	۳/۰۷	۲/۸۷ ^{ab}
کیلات ۱۲۰	۱۴۷/۶۳	۱۵۳/۹۶	۱۵۳/۹۶	۳۰۱/۶	۵۵/۷۲	۴۸/۹۱	۱۰۴/۶۴ ^a	۲/۶۵	۳/۱۵۵	۲/۸۹ ^{ab}
نانو ۶۰	۱۴۹/۲۴	۱۵۰/۵۵	۱۵۰/۵۵	۲۹۹/۸	۵۲/۸۳	۴۷/۷۶	۱۰۰/۶۰ ^{ab}	۲/۸۳	۳/۱۵	۲/۹۷ ^{ab}
نانو ۹۰	۱۴۷/۴	۱۴۸/۰۵	۱۴۸/۰۵	۲۹۵/۴۵	۵۵/۶۲	۴۸/۴۵	۱۰۴/۰۷ ^{ab}	۲/۶۵	۳/۰۵	۲/۸۳ ^b
نانو ۱۲۰	۱۴۶	۱۴۹/۳	۱۴۹/۳	۲۹۵/۳	۵۴/۶۳	۴۸/۷۰	۱۰۳/۳۴ ^{ab}	۲/۶۹	۳/۰۶	۲/۸۶ ^b
SEM	۱/۷۷	۲/۶۹	۲/۶۹	۶/۹۶	۱/۷۳	۱/۵۴	۲/۱۴	۰/۰۹۶	۰/۱۱	۰/۰۱
P-value	۰/۴۷	۰/۶۵	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۵۵	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

است [۱] هنگامی که به موقع و به مقدار کافی در بدن وجود داشته باشد سبب رشد و عملکرد بهتر می‌شود. میزان آهن استخوان درشت‌نی و گوشت سینه در تمامی گروه‌های دریافت‌کننده مکمل (به‌استثنای سولفات ۶۰) در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0/05$). همچنین افزودن اشکال و سطوح مختلف آهن (به‌استثنای کیلات ۶۰) به جیره باعث افزایش معنی‌دار سطح آهن کبد در مقایسه با گروه شاهد شد ($P < 0/05$). افزودن مکمل آهن به جیره بر میزان آهن سرم در مقایسه با استخوان درشت‌نی، سینه و کبد، اثر کمتری داشت و فقط گروه‌های سولفات ۱۲۰، کیلات ۱۲۰ و نانو ۱۲۰ در مقایسه با شاهد، غلظت بالاتری داشتند و بین گروه شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت آهن سرم مشاهده نشد. میزان آهن استخوان درشت‌نی در پرندگانی که با مکمل ۱۲۰ میلی‌گرم سولفات، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات و با سطوح نانو تغذیه شدند بیشتر از گروه ۶۰ میلی‌گرم سولفات بود ($P < 0/05$). میزان آهن گوشت سینه در پرندگانی که با ۱۲۰ و ۹۰ میلی‌گرم سولفات، سه سطح کیلات و نانو تغذیه شدند، بیشتر از گروه ۶۰ میلی‌گرم سولفات بود ($P < 0/05$). همچنین گروه‌هایی که با ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات، ۱۲۰ میلی‌گرم نانو تغذیه شدند میزان آهن گوشت سینه بیشتری از سه گروه سولفات و ۶۰ میلی‌گرم کیلات داشتند ($P < 0/05$). گروه دریافت‌کننده ۱۲۰ میلی‌گرم نانو میزان آهن کبد بیشتری از گروه‌های ۶۰ میلی‌گرم کیلات و ۹۰ میلی‌گرم سولفات داشت ($P < 0/05$). پرندگان تغذیه‌شده با ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات میزان آهن کبدشان بیشتر از گروه ۶۰ میلی‌گرم کیلات بود ($P < 0/05$). آهن سرم گروه‌هایی که با ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو تغذیه شدند بیشتر از گروه ۶۰ میلی‌گرم نانو، ۶۰ و ۹۰ میلی‌گرم کیلات و ۶۰ میلی‌گرم سولفات بود ($P < 0/05$).

در مطالعه دیگری کیلات آهن متیونین و سولفات آهن اثری بر شاخص‌های عملکردی و تولیدی نداشت که با نتایج این پژوهش در بازه‌های زمانی ۲۸-۲۲ و ۳۵-۲۹ روزگی مطابقت دارد [۲۵]. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از ۱۲۰ میلی‌گرم مکمل آهن در جیره به شکل کیلات موجب بهبود رشد در مقایسه با جیره بدون مکمل و همچنین جیره حاوی مکمل آهن به شکل سولفات در مقادیر ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم شد. افزایش میزان آهن جیره به شکل کیلات، با توجه به پایداری آن‌ها (پیوندهای کوردینانت و یونی بین لیگاند و ماده معدنی)، باعث افزایش جذب و دسترسی آهن می‌شود [۲] از آنجایی که آهن در طیور به دلیل نقش‌های زیاد آن در سیستم‌های آنزیمی و پروتئینی یکی از مواد معدنی ضروری است در نتیجه میزان و شکل ماده معدنی بر رشد مناسب پرندگان تأثیرگذار است [۳۲]. استفاده از فناوری نانو در تغذیه، باعث تغییر در ساختار فیزیکی مواد مغذی بدون تغییر در ساختار شیمیایی آن‌ها شده و موادی که جذب آن‌ها در بدن دشوار است را بیشتر در دسترس بدن قرار می‌دهد. یکی از خصوصیات که ذرات نانو را از لحاظ فنی مورد توجه قرار داده است، نسبت سطح به حجم آن‌ها است که این نسبت با کاهش قطر ذرات افزایش می‌یابد و در یک نمونه نانوذره، هرچه نسبت سطح به حجم بیشتر باشد، میزان فعالیت بیشتر است [۱۵]. در مطالعه حاضر، استفاده از سطوح ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن در کیلوگرم جیره ضریب تبدیل را نسبت به گروه ۶۰ میلی‌گرم کیلات آهن، گروه‌های سولفات و شاهد بهبود داده است که نشان‌دهنده آن است هنگامی که آهن به این فرم باشد، به مقدار بیشتری جذب و در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد. کمبود آهن جیره می‌تواند از طریق تأثیر بر موکوس روده، موجب کاهش سطح پرزها و در نتیجه کاهش راندمان جذب سایر مواد مغذی شود [۲۳]. علاوه بر این، با توجه به این‌که آهن برای بیشتر واکنش‌های زیستی بدن ضروری

تولیدات دامی

تأثیر افزودن منابع معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

جدول ۳. اثر منابع مختلف آهن بر مقدار آهن در استخوان درشت‌نی، ماهیچه سینه، کبد و سرم خون بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی

پارامترها				مقدار افزودنی (mg/kg)	منابع آهن
سرم (mg/L)	کبد (mg/kg)	گوشت سینه (mg/kg)	استخوان درشت نی (mg/kg)		
۹۲/۷۵ ^c	۱۴۸/۸۵ ^d	۶/۸۱ ^c	۳۳/۷۹ ^d	۰	شاهد
۱۰۶/۷۵ ^c	۲۰۱/۷۵ ^{abc}	۶/۸ ^c	۳۸/۵۱ ^{dc}	۶۰	سولفات
۱۴۹/۲۵ ^{abc}	۱۹۶/۰۴ ^{bc}	۹/۳۵ ^b	۴۳/۵۵ ^{abc}	۹۰	سولفات
۱۹۵/۲۵ ^{ab}	۲۱۰/۵۴ ^{abc}	۹/۳۱ ^b	۴۶/۰۶ ^{ab}	۱۲۰	سولفات
۹۲/۷۵ ^c	۱۸۶/۲۲ ^{cd}	۹/۲۴ ^b	۴۲/۹۶ ^{bc}	۶۰	کیلات
۱۲۶/۷۵ ^{bc}	۲۰۴/۶۵ ^{abc}	۹/۹۸ ^a	۴۷/۶۳ ^{ab}	۹۰	کیلات
۲۳۱/۲۵ ^a	۲۲۸/۰۹ ^{ab}	۱۰/۳۶ ^a	۴۷/۷۹ ^{ab}	۱۲۰	کیلات
۱۱۳/۵ ^{bc}	۲۰۳/۳۳ ^{abc}	۹/۴۹ ^{ab}	۴۸/۷۱ ^{ab}	۶۰	نانو
۱۶۶/۲۵ ^{abc}	۲۱۰/۹۶ ^{abc}	۹/۹ ^{ab}	۴۸/۵۸ ^{ab}	۹۰	نانو
۲۳۲/۲۵ ^a	۲۳۴/۰۴ ^a	۹/۹۷ ^a	۴۹/۷۶ ^a	۱۲۰	نانو
۱۷/۶۸	۷/۸۵	۰/۲۷	۱/۳۷		SEM
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		P-value

a-c: تفاوت ارقام با حروف غیرمشابه در هر ستون ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

کوردینانت و یونی بین لیگاند و ماده معدنی)، و نانو (سایز بسیار کم) اکثر کیلات‌ها و مواد نانو طی عبور از دستگاه گوارش بدون تغییر جذب می‌شوند [۲]. این میزان جذب بیشتر، می‌تواند باعث افزایش مقدار آهن در سرم خون و ذخیره بیشتر در کبد و استخوان درشت‌نی شود.

اثر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای مربوط به کیفیت گوشت در جدول ۴ نشان داده شده است. پرندگان دریافت‌کننده ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات آهن ظرفیت نگهداری آب بیشتری را نسبت به تیمارهای شاهد، ۶۰ و ۹۰ میلی‌گرم سولفات، ۶۰ میلی‌گرم کیلات و ۹۰ میلی‌گرم نانو آهن داشتند ($P < 0.05$). پرندگان گروه شاهد ظرفیت نگهداری آب گوشت کمتری نسبت به پرندگان گروه ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم سولفات، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات، ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو داشتند ($P < 0.05$). پرندگان گروه شاهد افت خونابه بیشتری

تحقیقات نشان داده است که غلظت ماده معدنی در بافت‌ها شاخصی از وضعیت و ذخیره مواد معدنی در بدن می‌باشد. با افزایش سطح آهن در جیره مقدار آن در سرم، استخوان درشت‌نی، کبد و عضله جوجه گوشتی افزایش می‌یابد [۱۶]. نتایج مطالعه دیگری نشان داد که افزودن ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن به شکل آهن متیونین به جیره باعث افزایش مقدار آهن عضله سینه و کبد در مقایسه با تیمارهای شاهد و سولفات آهن گردید [۲۵]. در یک مطالعه مشخص شد که افزودن کیلات آهن (آهن گلايسين) به جیره خوک باعث افزایش محتوی آهن عضله و آهن هم‌دار می‌شود [۳۳]. بیان شده که جذب آهن در حالت سولفات ۱۵/۸ درصد است درحالی‌که جذب آن در حالت کیلات (آهن گلیسین) ۳۰/۹ می‌باشد [۱۳]. بنابراین، با افزایش میزان آهن جیره به شکل کیلات، با توجه به اندازه کوچک و پایداری آن‌ها (پیوندهای

تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

کیلات آهن گلايسين به طور ویژه‌ای به‌عنوان مکمل آهن در تغذیه طیور استفاده می‌شود، نشان داده‌اند که کیلات آهن گلايسين باعث بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه گوشتی می‌شود [۱۶]. همان‌طور که از نتایج پیداست، وجود مکمل آهن به‌ویژه کیلات و نانو می‌تواند باعث بهبود کیفیت گوشت از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش افت خونابه و کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید گردد. گزارش شده است آهن نقش کلیدی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد دارد. ترانسفرین از آسیب سلول در برابر پراکسیداسیون از طریق کاتالیز کردن رادیکال‌های هیدروکسیل تشکیل شده از سوپراکسید و پراکسید هیدروژن محافظت می‌کند. همچنین، کیلات آهن که پیوندهای ضعیفی با سیترات و فسفات دارد، باعث کاهش شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد می‌گردد [۳].

نسبت به پرندگان گروه ۹۰ میلی‌گرم سولفات، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم نانو، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم کیلات داشتند ($P < 0/05$). افزودن هر سه نوع مکمل آهن در هر یک از سطوح استفاده شده، میزان مالون‌دی‌آلدهید را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد ($P < 0/05$). همچنین مقدار مالون‌دی‌آلدهید در پرندگانی که با جیره ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات آهن تغذیه شدند کمتر از گروه شاهد و گروه ۶۰ میلی‌گرم سولفات آهن بود. تیمار شاهد (فاقد افزودنی آهن) دارای بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدهید بود. افت ناشی از پخت در گوشت پرندگانی که از جیره حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو آهن تغذیه شدند، در مقایسه با تیمار شاهد کمتر بود. مقدار افت خونابه در گروه ۱۲۰ میلی‌گرم نانو آهن کمتر از گروه شاهد، ۶۰ میلی‌گرم نانو و ۶۰ میلی‌گرم کیلات آهن بود.

جدول ۴: اثر منابع مختلف آهن بر برخی پارامترهای کیفی گوشت بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی

شاخص‌ها					
منابع آهن	مقدار افزودنی (mg/kg)	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	افت خونابه (درصد)	افت ناشی از پخت (درصد)	مالون دی‌آلدهید (mg/L)
شاهد	۰	۶۸/۳۹ ^c	۲۴/۳۵ ^a	۳۳/۹۵ ^a	۲/۳۴ ^a
سولفات	۶۰	۷۷/۵۳ ^{bc}	۱۴/۲۷ ^{abc}	۲۳/۲۲ ^{ab}	۱/۲۸ ^b
سولفات	۹۰	۸۰/۲۳ ^b	۱۳/۰۵ ^{bc}	۲۱/۴۳ ^{ab}	۰/۵۹ ^{bc}
سولفات	۱۲۰	۸۳/۰۴ ^{ab}	۱۴/۵۰ ^{abc}	۲۳/۵۲ ^{ab}	۰/۵۰ ^c
کیلات	۶۰	۷۷/۷۳ ^{bc}	۲۰/۰۱ ^{ab}	۳۲/۰۶ ^a	۰/۸۳ ^{bc}
کیلات	۹۰	۸۳/۵۵ ^{ab}	۱۲/۴۶ ^{bc}	۲۱/۲۴ ^{ab}	۰/۳۵ ^c
کیلات	۱۲۰	۹۱/۰۰ ^a	۱۲/۹۳ ^{bc}	۲۳/۰۰ ^{ab}	۰/۲۸ ^c
نانو	۶۰	۸۲/۰۳ ^{ab}	۱۸/۱۹ ^{ab}	۳۱/۴۵ ^a	۰/۸۱ ^{bc}
نانو	۹۰	۷۹/۰۳ ^{bc}	۱۱/۹۵ ^{bc}	۲۰/۶۴ ^{ab}	۰/۵۶ ^{bc}
نانو	۱۲۰	۸۶/۹۰ ^{ab}	۷/۱۷ ^c	۱۴/۲۴ ^b	۰/۳۲ ^c
SEM		۲/۳۷	۲/۱۶	۳/۲۱	۰/۱۵
P-value		۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

تأثیر افزودن منابع معدنی، کیلات و نانو آهن به جیره بر عملکرد، ذخیره آهن در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

نتایج نشان می‌دهد که هزینه خوراک برای هر کیلوگرم وزن بدن و هزینه خوراک در کل دوره تحت تأثیر سطوح مختلف منابع آهن قرار نگرفت. مقدار استفاده‌شده از این منابع به گونه‌ای نبود که بتواند قیمت را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طور کلی با توجه به نتایج پژوهش حاضر، اشکال و سطوح مختلف آهن، بر پارامترهای مورد بررسی، اثر متغیری داشتند.

سپاسگزاری

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

منابع

- Allen LH and Peerson JM (2009) Impact of multiple micronutrient versus iron-folic acid supplements on maternal anemia and micronutrient status in pregnancy. Food and Nutrition Bulletin. 30(4): 527-532.
- Ashmead HD (1993) Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal amino acid chelates and inorganic metal salts. In: Ashmead HD (Eds.), The roles of amino acid chelates in animal nutrition. Albion Laboratories, Inc. pp. 32-57.
- Baldwin D, Jenny E and Aisen P (1984) The effect of human serum transferrin and milk lactoferrin on hydroxyl radical formation from superoxide and hydrogen peroxide. Journal of Biological Chemistry. 259(21): 13391-13394.
- Bao Y, Choct M and Bruerton K (2007) Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. Journal of Applied Poultry Research. 16(3): 448-455.
- Bertram HC, Andersen HJ, Karlsson AH, Horn P, Hedegaard J, Nørgaard L and Engelsen SB (2003) Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. Meat Science. 65(2): 707-712.
- Castellini C, Mugnai C and Dal Bosco A (2002) Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science. 60(3): 219-225.

در مطالعه‌ای بیان شد که استفاده از کیلات آهن به‌جای سولفات آهن در جیره باعث افزایش فعالیت کاتالاز و سوپراکسید دسموتاز می‌گردد. دسموتاز باعث تبدیل اکسیژن گروه‌های فعال به آب اکسیژنه می‌شود و کاتالاز باعث تبدیل آب‌اکسیژنه اضافی به محصولات بی‌خطر می‌گردد [۲۷]. از آنجایی که کیلات از طریق افزایش پایداری ماده معدنی و نانو از راه کوچک کردن اندازه ماده معدنی مقدار بیشتری از آن ماده را در اختیار اندام و سلول‌ها قرار می‌دهد، در نتیجه هنگامی که مقدار کافی آهن در اختیار سلول باشد، از فعالیت‌های مخرب کاسته و منجر به بهبود سلامت اندام‌ها و افزایش کیفیت گوشت می‌گردد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی شاخص‌های اقتصادی در بلدرچین ژاپنی در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. اثر منابع مختلف آهن بر برخی شاخص‌های اقتصادی در بلدرچین ژاپنی

منابع آهن	مقدار افزودنی (mg/kg)	شاخص‌ها	
		هزینه خوراک برای هر کیلو وزن بدن (تومان)	هزینه خوراک برای هر گروه (تومان)
شاهد	۰	۴۹۸۹	۳۸۰۱۱
سولفات	۶۰	۴۹۹۲	۳۸۷۳۱
سولفات	۹۰	۵۰۳۲	۳۸۹۲۵
سولفات	۱۲۰	۵۰۳۴	۳۹۳۰۰
کیلات	۶۰	۵۰۱۰	۳۸۷۵۰
کیلات	۹۰	۴۹۲۰	۳۸۸۰۰
کیلات	۱۲۰	۵۱۱۵	۳۹۳۲۰
نانو	۶۰	۵۰۴۲	۳۸۲۰۰
نانو	۹۰	۵۱۸۳	۳۹۳۰۰
نانو	۱۲۰	۵۱۹۶	۳۹۵۵۰
SEM		۴۰/۳۰	۱۶۴/۱۸
P-value		۰/۰۸۴	۰/۰۵۲

a-c: تفاوت ارقام با حروف غیرمشابه در هر ستون ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸

7. Chemists AA and Horwitz W (1990) Official methods of analysis. Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
8. Christensen LB (2003) Drip loss sampling in porcine *M. longissimus dorsi*. Meat Science. 63(4): 469-477.
9. Feng J, Ma W, Xu Z, Wang Y and Liu J (2007) Effects of iron glycine chelate on growth, haematological and immunological characteristics in weanling pigs. Animal Feed Science and Technology. 134(3-4): 261-272.
10. Guthrie H (1989) Macronutrient elements. Introductory nutrition. Times Mirror/Mosby College Publishing. pp. 255-287.
11. Jackson BP, Bertsch P, Cabrera M, Camberato J, Seaman J and Wood C (2003) Trace element speciation in poultry litter. Journal of Environmental Quality. 32(2): 535-540.
12. Kegley E, Spears J, Flowers W and Schoenherr W (2002) Iron methionine as a source of iron for the neonatal pig. Nutrition Research. 22(10): 1209-1217.
13. Langini S, Carbone N, Galdi M, Barrio Rendo M, Portela M, Caro R and Valencia M (1988) Ferric Glycinate iron bioavailability for rats, as determined by extrinsic radioisotopic labelling of infant formulas. Nutrition Reports International. 38(4): 729-735.
14. Luykx DM, Peters RJ, van Ruth SM and Bouwmeester H (2008) A review of analytical methods for the identification and characterization of nano delivery systems in food. Journal Of Agricultural And Food Chemistry. 56(18): 8231-8247.
15. Ma S, Zhou J, Kang Y, Reddic J and Chen D (2004) Dimethyl methylphosphonate decomposition on Cu surfaces: Supported Cu nanoclusters and films on TiO₂ (110). Langmuir. 20(22): 9686-9694.
16. Ma W, Sun H, Zhou Y, Wu J and Feng J (2012) Effects of iron glycine chelate on growth, tissue mineral concentrations, fecal mineral excretion, and liver antioxidant enzyme activities in broilers. Biological Trace Element Research. 149(2): 204-211.
17. Mehri M, Sabaghi V and Bagherzadeh-Kasmani F (2015) *Mentha piperita* (peppermint) in growing Japanese quails' diet: Serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. Animal Feed Science and Technology. 206: 57-66.
18. Mohanna C and Nys Y (1998) Influence of age, sex and cross on body concentrations of trace elements (zinc, iron, copper and manganese) in chickens. British Poultry Science. 39(4): 536-543.
19. Motzok I, Pennell M, Davies M and Ross H (1975) Effect of particle size on the biological availability of reduced iron. Journal-Association of Official Analytical Chemists. 58(1): 99-103.
20. NRC (1994) Nutrient requirements of poultry. National Academy Press Washington, DC.
21. Perenlei G (2014) Effect of dietary astaxanthin rich yeast, *Phaffia rhodozyma*, on meat quality of broiler chickens. Animal Science Journal. 85(10): 895-903.
22. Rahmatollah D, Farzinpour A, Vaziry A and Sadeghi G (2018) Effect of replacing dietary FeSO₄ with cysteine-coated Fe₃O₄ nanoparticles on quails. Italian Journal of Animal Science. 17(1): 121-127.
23. Sáiz M, Martí M, Mitjavila M and Planas J (1993) Iron absorption by small intestine of chickens. Biological Trace Element Research. 36(1): 7-14.
24. SAS (2004) SAS User's Guide: Statistics. 9.1 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
25. Seo S, Lee H, Ahn H and Paik I (2008) The effect of dietary supplementation of Fe-methionine chelate and FeSO₄ on the iron content of broiler meat. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 21(1): 103-106.
26. Shelton J and Southern L (2006) Effects of phytase addition with or without a trace mineral premix on growth performance, bone response variables, and tissue mineral concentrations in commercial broilers. Journal Of Applied Poultry Research 15(1): 94-102.
27. Shi R, Liu D, Sun J, Jia Y and Zhang P (2015) Effect of replacing dietary FeSO₄ with equal Fe-levelled iron glycine chelate on broiler chickens. Czech Journal of Animal Science 60: 233-239.
28. Suttle NF (2010) Mineral nutrition of livestock (Cabi).
29. Tako E, Rutzke M, and Glahn R (2010) Using the domestic chicken (*Gallus gallus*) as an in vivo model for iron bioavailability. Poultry Science. 89(3):514-52.
30. Underwood EJ (1999) The mineral nutrition of livestock (Cabi).
31. Vieira SL (2008) Chelated minerals for poultry. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 10(2):73-79.
32. Wang W, Di X, D'Agostino RB, Torti SV and Torti FM (2007) Excess capacity of the iron regulatory protein system. Journal of Biological Chemistry. 282(34): 24650-24659.
33. Zhuo Z, Fang S, Yue M, Wang Y and Feng J (2013) Iron glycine chelate on meat color, iron status and myoglobin gene regulation of *M. longissimus dorsi* in weaning pigs. International Journal of Agriculture and Biology. 15(5): 983-987.



Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Effect of different levels of mineral, chelate and nano iron resources supplementation to diet on performance, tissue iron reserves and meat quality of Japanese quail

Meysam Pourtaheri¹, Mehran Mehri^{2*}, Farzad Bagherzadeh Kasmani², Mahmoud Ghazaghi³

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

Received: October 16, 2018

Accepted: March 1, 2019

Abstract

In order to evaluate the effects of different levels of mineral salts, chelates and nano iron resources supplementation to diet on performance, tissue iron reserves and meat quality of Japanese quails, an experiment was carried out using 400 Japanese quails in a completely randomized design with 10 experimental treatments and 4 replicates. The experimental treatments consisted of one basal diet without iron supplement (control) and basal diets supplemented with levels of 60, 90 and 120 mg/kg of sulfate, chelate and nano iron. Birds fed 120 mg chelate of iron had more weight gain than control, 60 and 120 mg sulfate ($P < 0.05$). Nutrition of 90 and 120 mg Nano iron improved feed conversion ratio compared to controls, sulfate and 60 mg chelate iron. Birds fed with diet containing 90 and 120 mg chelate and 120 mg nano iron had more iron accumulation in breast meat than sulfate and control groups ($P < 0.05$). The group of 120 mg chelate iron had higher water holding capacity than control, 60 mg and 90 mg sulfate, 60 mg chelate and 90 mg nano iron treatments, and lower amount of malondialdehyde than control and 60 mg sulfate iron groups. The group of 120 mg nano iron had higher iron in the liver and blood serum, and lower cooking loss compared to the control ($P < 0.05$). Effect of experimental treatments on feed cost were not significant. In this study, various forms and levels of iron had a variable effect on the studied parameters.

Keywords: Chelate, iron resources, meat quality, nano, performance, quail.