Archive of SID

تحقیقات تولیدات دامی

سال هشتم/شماره چهارم/زمستان ۱۳۹۸ (۴۹-۳۹)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

اثر افزودن سطوح مختلف سولفات، کیلات و نانو روی به جیره بر عملکرد، ذخیره روی در بافت‌ها و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

حمیرا خالقی درمیان[۱]، فرزاد باقرزاده کاسمانی[۲*]، مهران مهری[۲]

۱- دانشجوی دوره دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۰۴)

چکیده

به منظور بررسی آثار افزودن سطوح مختلف سولفات، کیلات و نانو روی به جیره بر عملکرد، ذخیره روی در بافت‌ها و کیفت گوشت بلدرچین ژاپنی، آزمایشی با تعداد ۴۰۰ قطعه بلدرچین جنس نر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار آزمایشی و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه حاوی ۴۱/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی و فاقد مکمل روی (شاهد)، جیره پایه مکمل شده با سولفات روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، جیره پایه مکمل شده با کیلات روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و جیره پایه مکمل شده با نانو روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. پرندگان تغذیه شده با جیره پایه + ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات روی دارای مصرف خوراک کمتر، افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به گروه شاهد بودند ($P<۰/۰۵$). در مقایسه با گروه شاهد، پرندگانی که با جیره پایه + ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو روی در جیره تغذیه شدند ذخیره روی بیشتری در سرم، کبد، گوشت سینه و استخوان درشت‌نی داشتند ($P<۰/۰۵$). گوشت پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی سطوح مختلف سولفات، کیلات و نانو روی دارای مالون‌دی‌آلدهید و افت خونابه کمتری نسبت به شاهد بود ($P<۰/۰۵$). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، مکمل کردن جیره بر پایه دانه ذرت و کنجاله سویا در جوجه بلدرچین‌های ژاپنی با ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات روی موجب بهبود سرعت رشد و ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با پرندگان گروه شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین، روی، کیفیت گوشت، کیلات، نانو

* نویسندهٔ مسئول: fbkasmani@uoz.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2019.12247.1375

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

روی یکی از عناصر ضروری برای توسعه و رشد بدن طیور است. این عنصر نقش کلیدی در حفظ و نگهداری و توسعه اسکلت بدن دارد و جزء ضروری تعدادی از آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و هورمون‌ها است. ذخایر روی در بدن طیور محدود بوده و بنابراین نیاز است تا این عنصر به طور روزانه از راه جیره تامین شود (Bao *et al.*, 2009). کمبود روی آثار منفی بر مصرف خوراک، سرعت رشد، ضریب تبدیل خوراک، سوخت و ساز پروتئین و کربوهیدرات، پاسخ ایمنی، اسکلت، پوست و پر دارد (Underwood, 1981).

کیلات‌های معدنی به دلیل ماهیت خود منجر به قابلیت جذب بهتر مواد معدنی و افزایش پاسخ پرنده می‌شوند (Vieira, 2008). برخی از کیلات‌های معدنی استفاده شده در تغذیه طیور مانند آهن در هموگلوبین و کبالت در ویتامین B_{12}، دارای زیست‌فراهمی مشابه با منابع طبیعی آلی این عناصر هستند (Vieira, 2008). مطالعات قبلی نشان‌دهنده آثار متفاوت منابع آلی مانند لاکتات‌روی و اسید آمینه روی و منابع غیرآلی روی مانند سولفات روی و اکسید روی بر عملکرد طیور است (Schlegel *et al.*, 2013). به طور کلی تصور می‌شود که سولفات‌ها زیست‌فراهمی بالاتری نسبت به اکسیدها دارند (Smith *et al.*, 1995). اشکال آلی نیز زیست‌فراهمی بالاتری نسبت به نمک‌های معدنی دارند (Świątkiewicz *et al.*, 2014). در نتیجه، مواد معدنی به شکل کیلات شده بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد تولید داشته باشند، می‌توانند در غلظت‌های پایین‌تری در مقایسه با مواد معدنی غیرآلی به جیره اضافه شوند (Zhao *et al.*, 2010). در سال‌های اخیر استفاده از منابع آلی مواد معدنی به طور فزاینده‌ای موجب افزایش قابلیت دسترسی و دفع کمتر آن‌ها شده است (Wedekind *et al.*, 1992; Pierce *et al.*, 2005; Mählmeyer *et al.*, 2018).

با استفاده از فن‌آوری نانو می‌توان ساختار فیزیکی مواد غذایی را با حفظ ساختار شیمیایی آن‌ها، به‌گونه‌ای تغییر داد که موادی که هضم و جذب آن‌ها دشوار است برای بدن قابل دسترس‌تر باشند. نسبت سطح به حجم ذرات نانو یکی از خصوصیاتی است که از لحاظ فنی مورد توجه است و با کاهش قطر ذرات افزایش می‌یابد. هر چه نسبت سطح به حجم در یک نانو ذره بیشتر باشدمیزان فعالیت آن بیشتر است (Ma *et al.*, 2004). استفاده از فناوری نانو جهت بهبود زیست‌فراهمی اسیدهای چرب ضروری، اسانس‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی بکار گرفته شده است (Luykx *et al.*, 2008).

آزمایشات روی مدل‌های حیوانی نشان داده است که استفاده از نانوروی در جیره، دارای آثار محرک رشد، ضد میکروبی و تنظیم‌کننده سیستم ایمنی است و از آنجایی که به علت زیست‌فراهمی بیشتر، آثار مفید آن در سطوح پایین‌تر استفاده رخ می‌دهد، دفع کمتر این عنصر را در محیط زیست موجب می‌شود (Swain *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای نشان داده شد که افزودن ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فرم آلی نانو روی نسبت به فرم معدنی موجب بهبود عملکرد و افزایش ذخیره روی در استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی شد (Mohammadi *et al.*, 2015). هم‌چنین در مطالعه مشابه دیگر، افزودن نانو روی به میزان ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با فرم معدنی روی، موجب بهبود عملکرد و افزایش طول پرزهای روده شد (Hafez *et al.*, 2017). بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی با استفاده از مکمل نانو روی در مقایسه با فرم معدنی در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Pathak *et al.*, 2016; Dukare Sagar *et al.*, 2018). با توجه به اینکه تاکنون تحقیقات چندانی در رابطه با آثار منابع مختلف روی در بلدرچین انجام نشده است، این تحقیق با هدف بررسی آثار افزودن سطوح مختلف منابع معدنی، کیلات و نانوروی به جیره بر عملکرد، ذخیره روی در استخوان، کبد، سرم و ماهیچه و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ با تعداد ۴۰۰ قطعه بلدرچین نر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار آزمایشی و چهار تکرار و در هر تکرار، ۱۰ پرنده روی بستر انجام شد. ابعاد هر یک از واحدهای آزمایشی ۱×۱ متر بود. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه حاوی ۴۱/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی فاقد مکمل روی (شاهد)، جیره پایه مکمل شده با سولفات روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، جیره پایه مکمل شده با کیلات روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و

www.SID.ir

Archive of SID

جیره پایه مکمل شده با نانو روی در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. جیره پایه فاقد مکمل روی بر اساس احتیاجات غذایی توصیه شده برای بلدرچین ژاپنی (NRC, 1994) تنظیم شد. طی هماهنگی که با شرکت جوانه خراسان انجام شد، مکمل تجاری فاقد روی برای این تحقیق تولید و مورد استفاده قرار گرفت. مقدار روی موجود در اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره پایه در آزمایشگاه موسسه تحقیقات علوم دامی کشور اندازه‌گیری شد. مواد اولیه نانواکسیدروی از شرکت کیمیا اکسیر خریداری و ساخت نانو مواد در شرکت دانش بنیان شیمی گستر بوتیا سمنگان به روش سنتز سل-ژل انجام شد. تایید اندازه نانو به روش تفرق دینامیکی نور (Dynamic light scattering[1]) انجام شد و ۹۰ درصد ذرات اندازه زیر ۵۰ نانومتر داشتند. کیلات روی نیز از شرکت کیمیا اکسیر ایران خریداری شد. مقدار روی در مکمل‌های سولفات، کیلات و نانواکسید روی به ترتیب ۲۳، ۱۰ و ۸۰ درصد بود.

برای تعیین دقیق میزان روی مواد خوراکی مورد استفاده در جیره پایه، ابتدا دو گرم نمونه در کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس به مدت شش ساعت به خاکستر تبدیل، سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل و خنک شدند. نمونه را به داخل بشر انتقال داده و به آن ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و ۱۲ ساعت در دمای محیط قرار داده و سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۷۰ درصد به آن اضافه و سپس روی اجاق هضم به آرامی دما به ۴۰۰ درجه سلسیوس رسانده شد. پس از شفاف شدن محلول داخل بشر و ظاهر شدن کریستال‌های سفید حرارت متوقف و به دمای محیط رسانده و ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال به آن اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه نمونه هضم شده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ عبور داده شد و در بالن ژوژه با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و در نهایت میزان روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد (AOAC, 2005). جوجه‌ها تا روز ۲۱، با جیره پایه تغذیه و در ۲۱ روزگی پس از توزین، با میانگین وزن ۲±۹۶ گرم بین گروه‌های آزمایشی مختلف تقسیم شدند. وزن پرندگان و مصرف خوراک به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری و ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن محاسبه شد.

در ۳۵ روزگی و بعد از چهار ساعت گرسنگی، از دو قطعه جوجه بلدرچین مربوط به هر تکرار از راه ورید بال خون‌گیری شده و سپس کشتار شدند. پس از جدا کردن سرم، مقدار روی در ۱۰۰ میکرولیتر سرم به وسیله کیت بیوشیمی (پارس آزمون، تهران، ایران) با دستگاه اتوآنالایزر مدل جسان چم (Gesan Chem 200, Italy) اندازه‌گیری شد. بعد از کشتار جوجه بلدرچین‌ها، از کبد و عضله سینه پرندگان کشتار شده نمونه‌برداری شد. هم‌چنین استخوان‌های درشت‌نی پس از فرو بردن ران‌ها در آب دارای دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه جدا شدند. نمونه‌ها در دمای ۷۰- درجه سلسیوس تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری میزان روی موجود در نمونه‌های کبد، عضله و استخوان درشت‌نی، نمونه‌ها بر اساس روش Shelton and Southern (2006) در دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس در کوره الکتریکی تبدیل به خاکستر شدند و جذب روی با دستگاه اسپکتوفتومتر جذب اتمی قرائت شد. 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 سلسیوس 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 زیر بدست آمد (Christensen, 2003):

افت خونابه (درصد) = [وزن اولیه / (وزن نهایی - وزن اولیه)] ×۱۰۰

برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، یک گرم گوشت سینه وزن شده و به مدت پنج دقیقه در ۱۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد. پس از آن نمونه به آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره وزن‌کشی شد. ظرفیت نگهداری آب با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Castellini *et al.*, 2002):

ظرفیت نگهداری آب =

۱۰۰ × (وزن قبل از سانتریفیوژ / وزن بعد از سانتریفیوژ)

1. Dynamic light scattering NANO-flex®, Particle Metrix Co, Germany

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب جیره پایه

Table 1. Basal diet composition

Item	Content
Ingredient (%)	
Corn grain	55.87
Soybean meal (44% CP)	35.00
Corn gluten meal	3.98
Sunflower oil	1.43
Dicalcium phosphate	0.71
Calcium CO3	1.41
Sodium bicarbonate	0.31
NaCl	0.13
L-Lysine HCl	0.22
DL- Methionine	0.34
L-Threonine	0.10
Trace mineral premix[1]	0.25
Vitamin premix[2]	0.25
Calculated chemical composition	
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,950
Crude protein (%)	24.54
Lysine (%)	1.35
Methionine (%)	0.71
Methionine + cysteine (%)	1.08
Threonine (%)	1.00
Calsium (%)	0.80
Available phosphorus (%)	0.30
Zn (mg/kg)	41.25
DEB (mEq/kg)[3]	250

[1]Mineral premix provided per kilogram of diet: Mn ($MnSO_4 \cdot H_2O$), 65 mg; Fe ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), 50 mg; Cu ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), 8 mg; I [Ca $(IO_3)2 \cdot H_2O$], 1.8 mg; Se, 0.30 mg; Co (Co_2O_3), 0.20 mg; and Mo, 0.16 mg

[2]Vitamin premix provided per kilogram of diet: vitamin A (vitamin A acetate), 11,500 IU; cholecalciferol, 2,100 IU; vitamin E (dl-α-tocopheryl acetate), 22 IU; vitamin B12, 0.60 mg; riboflavin, 4.4 mg; nicotinamide, 40 mg; calcium pantothenate, 35 mg; menadione (menadione dimethyl-pyrimidinol), 1.50 mg; folic acid, 0.80 mg; thiamine, 3 mg; pyridoxine, 10 mg; biotin, 1 mg; choline chloride, 560 mg; and ethoxyquin, 125 mg.

[3]DEB = dietary electrolyte balance (Na + K – Cl).

برای اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی‌آلدئید گوشت، نمونه‌های گوشت مربوط به هر پرنده در پاکت‌های مخصوص قرار داده شدند و در دمای ۲۴- درجه سلسیوس به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند. سپس، یک گرم نمونه گوشت آسیاب شده و چهار میلی‌لیتر محلول اسید تری‌کلرو-استیک پنج درصد به آن اضافه شد. پس از آن، ۲/۵ میلی‌لیتر بوتیلات هیدروکسی تولوئن ۰/۸ درصد به آن اضافه شد. سپس به مدت سه دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و لایه رویی آن حذف و باقی‌مانده آن با استفاده از کاغذ صافی صاف شد. بعد از آن، سه میلی‌لیتر محلول ۲- اسید تیوباربیتوریک ۰/۸ درصد به آن اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و پس از آن بلافاصله سرد شد. میزان جذب نوری نمونه‌ها با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد و غلظت مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از منحنی استاندارد بدست آمد (Mehri *et al*., 2015).

برای اندازه‌گیری pH، پنج گرم از گوشت ران را آسیاب نموده و پس از آن، در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر هم‌زده تا یکنواخت شود. سپس با استفاده از گاز استریل، مخلوط حاصل صاف و pH نمونه صاف شده در دمای اتاق به کمک دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد (Mehdipour *et al*., 2013).

داده‌های حاصل در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2003) نسخه ۹/۱ تجزیه و میانگین‌ها به کمک آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به صفات عملکردی در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر استفاده از منابع مختلف روی بر مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک معنی‌داری شد ($P<۰/۰۵$). پرندگانی که با مقدار ۲۵ میلی‌گرم کیلات روی در کیلوگرم جیره تغذیه شدند، مصرف خوراک کمتر و افزایش وزن بیشتری را نسبت به گروه شاهد داشتند ($P< ۰/۰۵$). هم‌چنین، پرندگانی که با مقدار ۲۵ میلی‌گرم کیلات روی در کیلوگرم جیره تغذیه شدند، افزایش وزن بیشتری را نسبت به گروه‌های ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم سولفات و ۳۵ میلی‌گرم نانو روی در ۲۲ تا ۳۵ روزگی داشتند ($P<۰/۰۵$). پرندگانی که با مقادیر ۳۵ میلی‌گرم سولفات، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم کیلات، ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم نانو روی در کیلوگرم جیره تغذیه شدند، ضریب تبدیل بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند ($P<۰/۰۵$).

در مطالعه‌ای نشان داده شد که وقتی مواد معدنی کیلات شده به جیره جوجه‌های گوشتی اضافه شدند، قابلیت دسترسی آن‌ها حداقل ۳۰ درصد بیش‌تر از املاح معدنی بودند (Leeson, 2003). کیلات‌های معدنی موجب جذب بهتر مواد معدنی و افزایش پاسخ پرنده می‌شوند (Świątkiewicz *et al*., 2014).

برخی از کیلات‌های معدنی تغذیه شده در طیور، دارای زیست‌فراهمی مشابه با مواد معدنی در منابع طبیعی آلی مانند آهن در هموگلوبین و کبالت در ویتامین B_{12} هستند (Vieira, 2008). کیلات‌ها می‌توانند جذب عناصر را از راه محافظت آن‌ها در برابر تشکیل ترکیبات نامحلول و یا پیچیده در دستگاه گوارش افزایش دهند (Van Der Kils and Kemme, 2002).

گزارش شده که نانو روی و کیلات روی می‌تواند موجب افزایش طول پرزها و سطح جذبی پرزها شود و به خاطر جذب بیشتر مواد مغذی، راندمان بالاتر خوراک و در نتیجه رشد بیشتر با مصرف خوراک کمتر را موجب شوند (Ali *et al*., 2017). بیش‌بود عنصر روی در جیره می‌تواند در استفاده از سایر مواد معدنی به خصوص مس و آهن اختلال ایجاد کند (Fosmire, 1990). هم‌چنین، مقادیر بالای روی می‌تواند از راه اختلال در جذب و استفاده از کلسیم و فسفر سبب کاهش عملکرد شود (Underwood, 1981). علاوه بر این، سطوح بالای روی می‌تواند مواد مغذی تامین شده را به سمت تقویت سیستم ایمنی سوق داده و در نتیجه مواد مغذی کمتری برای رشد در دسترس قرار گیرد (Sunder *et al*., 2008; van der Most *et al*., 2011; Rauw, 2012). بنابراین، کاهش رشد مشاهده شده در پرندگان تغذیه شده با سطوح ۳۵ میلی-گرم در کیلوگرم کیلات و نانو روی (۷۶/۲۵ میلی‌گرم روی کل) می‌تواند ناشی از این عوامل باشد.

در مطالعه‌ای روی اثرات ترکیبات نانو روی، سولفات روی و روی-متیونین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سنین یک تا ۴۲ روزگی، نشان داده شد که مکمل کردن نانو روی موجب افزایش وزن و کاهش مصرف خوراک شد. با این حال، ضریب تبدیل خوراک به وسیله تیمارها تحت تأثیر قرار نگرفت (Mohammadi *et al*., 2015). نتایج یک مطالعه روی جوجه‌های گوشتی نشان داد که مکمل کردن

جدول ۲- اثر مکمل کردن سطوح مختلف سولفات، کیلات و نانو روی به جیره بر عملکرد بلدرچین ژاپنی از ۲۲ تا ۳۵ روزگی
Table 2. Effect of different levels and sources of zinc on Japanese quail performance from 22 to 35 days of age

Source of Zn	Supplementary Zn (mg/kg diet)	Total Zn (mg/kg diet)	Feed intake (g/bird)			Gain (g/bird)			FCR[1]		
			22-28 days	29-35 days	22-35 days	22-28 days	29-35 days	22-35 days	22-28 days	29-35 days	22-35 days
Control[1]	0	41.25	163.77^{a}	161.8^{a}	325.57^{a}	45.9^{b}	35.37^{b}	81.27^{c}	3.59^{a}	4.57^{a}	4.01^{a}
Sulfate	15	44.70	142.90^{b}	140.28^{ab}	283.18^{bc}	52.05^{ab}	41.97^{ab}	94.02^{bc}	2.78^{b}	3.4^{abc}	3.03^{bc}
	25	47.00	154.119^{ab}	155.19^{ab}	309.38^{abc}	53.20^{ab}	41.22^{ab}	94.42^{bc}	2.92^{ab}	3.77^{ab}	3.29^{ab}
	35	49.30	160.17^{ab}	158.87^{ab}	319.04^{ab}	54.32^{ab}	56.50^{ab}	110.82^{ab}	2.95^{ab}	2.86^{bc}	2.89^{bc}
Chelate	15	42.75	152.71^{ab}	146.75^{ab}	299.46^{abc}	55.95^{ab}	37.58^{b}	93.53a^{b}	2.76^{b}	3.96^{ab}	3.22^{b}
	25	43.75	144.40^{b}	133.71^{b}	278.11^{c}	60.25^{a}	59.42^{a}	119.67^{a}	2.41^{b}	2.63^{c}	2.34^{c}
	35	44.75	143.02^{b}	147.22^{ab}	290.24^{abc}	56.02^{ab}	41.43^{ab}	97.46^{abc}	2.60^{b}	3.65^{abc}	3.03^{bc}
Nano	15	53.25	154.58^{ab}	147.69^{ab}	302.27^{abc}	51.22^{ab}	49.20^{ab}	100.42^{abc}	3.03^{ab}	3.10^{bc}	3.02^{bc}
	25	61.25	141.97^{b}	138.65^{ab}	280.62^{c}	58.45^{ab}	43.95^{ab}	102.4^{abc}	2.45^{b}	3.26^{abc}	2.78^{bc}
	35	69.25	153.24^{ab}	135.31^{ab}	288.55^{b}	51.45^{ab}	37.97^{ab}	89.42^{bc}	2.98^{ab}	3.66^{abc}	3.24^{ab}
SEM[2]			3.96	5.81	3.98	2.67	4.49	6.27	0.16	0.29	0.19
P-value			0.0028	0.0162	0.0062	0.0383	0.0072	0.2620	0.0008	0.0009	0.0389

[1] FCR= Feed conversion ratio
[2] SEM= Standard error of the means
[a-c] Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

www.SID.ir

Archive of SID

روی به جیره پایه سبب کاهش خوراک مصرفی شد (Ahmadi *et al*., 2013) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. آثار مثبت مکمل کردن روی در جیره غذایی بر نرخ رشد و بازده خوراک گزارش شده است (Sahin *et al*., 2005; Lin *et al*., 2006).

مکمل کردن جیره پایه با روی اثر معنی‌داری بر میزان روی موجود در سرم، کبد، ماهیچه سینه و استخوان درشت‌نی داشت (جدول ۳). افزودن نانو روی به میزان ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره، منجر به افزایش میزان روی موجود در سرم، کبد و ماهیچه سینه در مقایسه با گروه شاهد و گروه‌های مختلف سولفات روی شد ($P<۰/۰۵$). مقدار روی در استخوان درشت‌نی پرندگانی که با ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو روی تغذیه شدند بیشتر از گروه شاهد و گروه‌های مختلف سولفات روی بود ($P<۰/۰۵$).

محققین در تحقیقی روی جوجه‌های گوشتی نشان دادند که میزان روی استخوان درشت‌نی به طور خطی با افزایش میزان مکمل‌های سولفات و آلی روی جیره تا ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت و زیست‌فراهمی منبع آلی روی ۱/۶۴ برابر منبع سولفات روی بود. هم‌چنین نشان داده شد که استخوان، حساس‌ترین و واکنش-پذیرترین بافت بدن حیوانات نسبت به تغییرات غلظت روی در جیره غذایی است و معمولاً از آن به عنوان شاخص زیست‌سنجی در آزمایشات مربوط به تعیین قابلیت زیست-فراهمی روی استفاده می‌شود (Star *et al*., 2012). میزان و غلظت مواد معدنی بافت‌ها می‌تواند بیانگر وضعیت مواد معدنی بدن بوده و می‌تواند برای مطالعات زیست‌فراهمی مواد معدنی مورد استفاده قرار گیرد (Wedekind *et al*., 1992). در مطالعه‌ای مشاهده شد که مکمل‌سازی روی در جیره غذایی، به طور خطی باعث افزایش میزان روی موجود در سرم، کبد و استخوان درشت‌نی می‌شود (Akbari Moghaddam Kakhki *et al*., 2017). نتایج آزمایشی روی جوجه‌های گوشتی نشان داد که استفاده از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل روی در جیره می‌تواند ذخایر روی در بدن را نسبت به گروه شاهد افزایش دهد (Mwangi *et al*., 2016).

با استفاده از فن‌آوری نانو می‌توان ساختار فیزیکی مواد غذایی را با حفظ ساختار شیمیایی به گونه‌ای تغییر داد که موادی که جذب آن‌ها در بدن دشوار است، بیشتر در دسترس بدن قرار گیرند (Ma *et al*., 2004). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که غلظت روی در استخوان درشت‌نی، سرم، کبد و ماهیچه در نمونه‌های نانو روی نسبت به گروه‌های شاهد، کیلات و سولفات روی در سطوح مشابه، روندی افزایشی داشته است. مشابه با این نتایج، در تحقیقی که در مورد مقایسه آثار ترکیبات نانو روی، سولفات روی و روی-متیونین در یک تا ۴۲ روزگی جوجه‌های گوشتی انجام شد، نشان داده شد که غلظت روی استخوان درشت‌نی در نمونه‌های نانو روی نسبت به گروه‌های شاهد و سولفات روی بالاتر بود (Mohammadi *et al*., 2015).

جدول ۴ تأثیر افرودن منابع مختلف روی به جیره را بر کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی نشان می‌دهد. کیفیت گوشت تحت تأثیر سطوح مختلف منابع روی مکمل شده قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). نتایج بدست آمده نشان داد که گوشت پرندگان تغذیه شده با جیره‌های مکمل شده با منابع مختلف روی، غلظت مالون‌دی‌آلدهید کمتری در مقایسه با تیمار شاهد داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین غلظت مالون‌دی‌آلدهید در گوشت پرندگان تغذیه شده با سطوح ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو روی نسبت به گروه-های ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات روی پائین‌تر بود ($P<۰/۰۵$).

ظرفیت نگهداری آب گوشت در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل‌های نانو و کیلات روی و همچنین ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات روی نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). مکمل کردن منابع مختلف روی بر pH گوشت اثری نداشت. افت خونابه گوشت در تمام گروه‌های دریافت‌کننده مکمل روی نسبت به گروه شاهد کمتر بود ($P<۰/۰۵$).

در مطالعه‌ای از سولفات روی به عنوان فرم معدنی عنصر روی و پیکولینات روی به عنوان فرم آلی این عنصر در جیره بلدرچین‌های تحت تنش گرمایی استفاده شد. در این آزمایش مشاهد شد که اگر چه هر دو نوع مکمل معدنی و آلی روی بر فراسنجه‌های کیفی گوشت تأثیر مثبت داشتند، اما آثار مثبت پیکولینات روی بارزتر از سولفات روی بود که آن را ناشی از دسترسی زیستی بیشتر پیکولینات روی اعلام کردند (Sahin *et al*., 2005).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر سطوح و منابع مختلف روی در جیره بر غلظت روی در برخی از اندام‌های بلدرچین ژاپنی
Table 3. Effect of different levels and sources of zinc in diet on zinc concentration in some organs of Japanese quail

Source of Zn	Supplementary Zn (mg/kg diet)	Total Zn (mg/kg diet)	Liver (mg/kg)	Serum (µg/dL)	Muscle (mg/100 g)	Tibia (mg/kg)
Control	0	41.25	50.65^{f}	163.25^{g}	0.317^{f}	33.60^{e}
Sulfate	15	44.70	54.42^{ef}	170.35^{gf}	0.337^{ef}	36.60^{ed}
	25	47.00	57.92^{ecd}	172.45^{ef}	0.370^{edc}	40.02^{bdc}
	35	49.30	60.65^{bcd}	181.42^{bdc}	0.382^{bdc}	39.22^{dc}
Chelate	15	42.75	55.72^{efd}	176.67^{edf}	0.352^{edf}	38.85^{dc}
	25	43.75	61.77^{bc}	185.37^{abc}	0.415^{ab}	43.65^{abc}
	35	44.75	65.55^{ab}	188.77^{ab}	0.410^{abc}	41.57^{bdc}
Nano	15	53.25	57.50^{ecd}	179.17^{edc}	0.370^{edc}	38.55^{ed}
	25	61.25	68.22^{a}	188.57^{ab}	0.417^{ab}	47.62^{a}
	35	69.25	67.95^{a}	190.37^{a}	0.440^{a}	44.87^{ab}
SEM[1]			1.203	1.664	0.008	1.053
P-value			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

[1] SEM= Standard error of the means
[a-f] Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

اکسید شدن چربی‌ها یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر کیفیت گوشت است و موجب تغییر رنگ بافت گوشت و ارزش غذایی آن می‌شود. گوشت طیور سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع است که حساسیت گوشت را به اکسیداسیون بالا می‌برد (Zhou and Wang, 2011). مالون‌دی‌آلدهید محصول نهایی اصلی پراکسیداسیون چربی است و معمولاً برای تخمین میزان تخریب اکسیداتیو استفاده می‌شود. هم‌چنین، گوشتی که توانایی نگهداری آب را نداشته باشد برای فرآیند کردن و استفاده به صورت تازه نامطلوب است (Saenmahayak *et al*., 2012). گزارش شده است که گوشت با ظرفیت نگهداری آب بالاتر دارای درصد افت خونابه کمتری نیز است (Warris, 2000). خونابه را به عنوان مایع قرمز رنگی تعریف کرده‌اند که بیشتر شامل آب و پروتئین است و می‌تواند از سطح بریده شده ماهیچه‌ها یا قطعه‌های گوشت بدون هیچ فشار مکانیکی ترشح شود. نتایج این مطالعه نشان داد که تیمار شاهد بیشترین میزان افت خونابه را در مقایسه با سایر تیمارها دارد و وجود مکمل روی به ویژه کیلات و نانو روی در جیره می‌تواند سبب بهبود کیفیت گوشت از راه کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید، افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش افت خونابه شود. کمبود روی در جیره غذایی موجب افزایش آسیب‌های اکسیداتیو غشاء سلول به دلیل افزایش رادیکال‌های آزاد در سلول می‌شود. عنصر روی تولید متالوتیونین، که یک عامل موثر در پاکسازی رادیکال‌های هیدروکسیل است، را تحریک کرده و از این راه در کاهش تولید رادیکال‌های آزاد نقش اساسی دارد (Mohammadi and Akbari, 2017). همچنین عنصر روی بخش ضروری آنزیم سوپراکسیددیسموتاز است که نقش مهمی در سیستم دفاع ضداکسیدانی ایفاء می‌کند (Baum *et al*., 2000).

علی‌رغم پیشرفت‌های ژنتیکی قابل توجه در سویه‌های جدید طیور، از سال ۱۹۹۴ تاکنون هیچ به‌روزرسانی در اطلاعات احتیاجات غذایی طیور منتشر شده از سوی انجمن ملی تحقیقات (NRC, 1994) صورت نگرفته است. مقدار روی مورد نیاز برای بلدرچین ژاپنی در حال رشد که از سوی NRC (1994) توصیه شده است (۲۵ میلی-گرم بر کیلوگرم جیره)، با جیره‌های نیمه‌خالص که مقدار الیاف و فیتات کمتری نسبت به جیره‌های عملی دارند، بدست آمده است (Zaghari *et al*., 2015). در شرایط عملی، حضور الیاف و فیتات در جیره مقدار دسترسی روی را به شدت کاهش داده و مقدار نیاز به آن را افزایش می-دهند (Cowieson *et al*., 2004; Linares *et al*., 2007).

در مطالعه‌ای که اخیراً انجام شده است مقدار روی مورد نیاز برای بیشترین میزان رشد بلدرچین ژاپنی در سن ۲۰ تا ۳۰ روزگی، ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره عنوان شده است (Abbasi *et al*., 2017). مطالعات نشان می‌دهند که اثر سطوح و منابع مختلف روی بر صفات مختلف مورد بررسی می‌تواند متفاوت باشد (Shyam Sunder *et al*., 2008; El-Samee *et al*., 2012; Mayer *et al*., 2019).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر سطوح و منابع مختلف روی بر کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی

Table 4. Effect of different levels and sources of zinc on meat quality of Japanese quail

Source of Zn	Supplementary Zn (mg/kg diet)	Total Zn (mg/kg diet)	MDA (mg/kg)	WHC (%)	pH	Drip loss (%)
Control	0	41.25	2.13^{a}	66.37^{d}	6.32	22.89^{a}
Sulfate	15	44.70	1.04^{cb}	69.21^{dc}	6.44	10.25^{b}
	25	47.00	1.06^{b}	76.11^{bc}	6.33	5.46^{b}
	35	49.30	0.68^{bcd}	83.03^{ab}	6.31	8.53^{b}
Chelate	15	42.75	0.37^{bcd}	79.3^{ab}	6.34	9.21^{b}
	25	43.75	0.25^{dc}	83.10^{ab}	6.37	5.30^{b}
	35	44.75	0.86^{bcd}	78.31^{abc}	6.40	7.56^{b}
Nano	15	53.25	0.11^{d}	79.69^{ab}	6.36	6.43^{b}
	25	61.25	0.07^{d}	85.57^{a}	6.25	4.88^{b}
	35	69.25	0.79^{bcd}	85.30^{a}	6.37	6.94^{b}
SEM[2]			0.165	1.885	0.049	1.961
P-value			0.0001	0.0001	0.4000	0.0001

[1] WHC= Water holding capacity
[2] SEM= Standard error of the means
[3] MDA= Malondialdehyde
[a-d] Means with different superscripts in the same column are significantly different at $P<0.05$.

در مطالعه‌ای نشان داده شد که بیشترین ذخیره روی در عضله سینه جوجه‌های گوشتی به ترتیب با مکمل کردن ۱۰۰ و ۸۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره پایه دوره آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی صورت می‌گیرد، در حالی که بیشترین عملکرد رشد به ترتیب با مکمل کردن ۴۰ و ۳۲ میلی‌گرم روی در کیلوگرم جیره پایه دوره آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی محقق شد. لازم به ذکر است که مقادیر روی توصیه شده برای بیشترین ابقاء در ماهیچه سینه و بیشترین رشد بسیار بالاتر از مقادیر توصیه شده از سوی NRC بود (Zhang *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی با توجه به نتایج پژوهش حاضر مکمل کردن جیره بلدرچین ژاپنی با ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کیلات روی موجب بهبود سرعت رشد و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با پرندگان گروه شاهد شد. نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که احتیاجات روی در سویه-های جدید اصلاح نژاد شده بلدرچین ژاپنی باید بیشتر از مقادیر توصیه شده به وسیله NRC برای بلدرچین ژاپنی باشد.

تشکر و قدردانی

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

فهرست منابع

Abbasi M., Dastar B., Afzali N., Shams Shargh M. and Hashemi S. R. 2017. Zinc requirements of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) by assessing dose-evaluating response of zinc oxide nano-particle supplementation. Poultry Science Journal, 5(2): 131-143.

Ahmadi F., Ebrahimnezhad Y., Sis N. M. and Ghiasi J. 2013. The effects of zinc oxide nanoparticles on performance, digestive organs and serum lipid concentrations in broiler chickens during starter period. International Journal of Biosciences, 3: 23-29.

Akbari Moghaddam Kakhki R., Bakhshalinejad R., Hassanabadi A. and Ferket P. 2017. Effects of dietary organic zinc and α-tocopheryl acetat supplements on growth performance, meat quality, tissues minerals, and α-tocopherol deposition in broiler chickens. Poultry Science, 96(5): 1257-1267.

Ali S., Masood S., Zaneb H., Faseeh-ur-Rehman H., Masood S., Khan M. U. R. and Tahir S. K. 2017. Supplementation of zinc oxide nanoparticles has beneficial effects on intestinal morphology in broiler chicken. Pakistan Veterinary Journal, 37(3): 335-339.

AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 18th (Ed). Maryland, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

Bao Y. M., Choct M., Iji P. A. and Bruerton K. 2009. Optimal dietary inclusion of organically complexed zinc for broiler chickens. British Poultry Science, 50: 95-102.

Baum M. K., Shor-Posner G. and Campa A. 2000. Zinc status in human immune deficiency virus infection. Journal of Nutrition, 130: 142-1423.

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.

Christensen L. B. 2003. Drip loss sampling in porcine *M. longissimus dorsi*. Meat Science, 63(4): 469-477.

Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R., 2004. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. British Poultry Science, 45(1): 101-108.

Hafez A., Hegazi S. M., Bakr A. A. and Shishtawy H. E. L. 2017. Effect of zinc oxide nanoparticles on growth performance and absorptive capacity of the intestinal villi in broiler chickens. Life Science Journal, 14(11): 125-129.

Dukare Sagar P., Mandal A. B., Nasir A. and Dinani O. P. 2018. Effect of different levels and sources of zinc on growth performance and immunity of broiler chicken during summer. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(5): 459-471.

El-Samee L. D. A., El-Wardany I., Ali N. G. and Abo-El-Azab O. M. 2012. Egg quality, fertility and hatchability of laying quails fed diets supplemented with organic zinc, chromium yeast or mannan oligosaccharides. International Journal of Poultry Science, 11: 221-224.

Fosmire G. J. 1990. Zinc toxicity. The American Journal of Clinical Nutrition, 51(2): 225-227.

Hortin A. E., Oduho G., Han Y., Bechtel P. and Baker D. 1993. Bioavailability of zinc in ground beef. Journal of Animal Science, 71: 119-123.

Jafari Sayadi A., Navidshad B., Abolghasemi A., Royan M. and Seighalani R. 2005. Effects of dietary mineral premix reduction or withdrawal on broilers performance. International Journal of Poultry Science, 4 (11): 896-899.

Leeson S. 2003. A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce environmental burden of poultry manure. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, 30: 125-129.

Linares L. B., Broomhead J. N., Guaiume E. A., Ledoux D. R., Veum T. L. and Raboy V. 2007. Effects of low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) on zinc utilization in young broiler chicks. Poultry Science, 86: 299-308.

Luykx D. M., Peters R. J., van Ruth S. M. 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.

Ma S., Zhou J., Kang Y. C., Reddic J. E. and Chen D. A. 2004. Dimethyl methylphosphonate decomposition on Cu surfaces: Supported Cu nanoclusters and films on TiO_2. Langmuir, 20(22): 9686-9694.

Mählmeyer A., Lindel J., Schlagheck A., Hildebrand B. and Männer K. 2018. Investigation on the effect of trace mineral source on parameters of bioavailability in broiler chickens. Veterinarija ir Zootechnika, 76 (98): 56-61.

Mayer A. N., Vieira S. L., Berwanger E., Angel C. R., Kindlein L., França I. and Noetzold L. 2019. Zinc requirements of broiler breeder hens. Poultry Science, 98(3): 1288-1301.

Mehdipour Z., Afsharmanesh M. and Sami M. (2013). Effects of dietary synbiotic and cinnamon (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth performance and meat quality in Japanese quail. Livestock Science, 154(1): 152-157.

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.

Mohammadi B. and Akbari M. R. 2017. Effects of zinc oxide nanoparticles on immune system function, antioxidant status, and performance of broiler chickens fed wheat-based diets. Journal of Animal Science Researches, 27(1): 103-114.

Mohammadi V., Ghazanfari S., Mohammadi-Sangcheshmeh A. and Nazaran M. H. 2015. Comparative effects of zinc-nano complexes, zinc-sulphate and zinc-methionine on performance in broiler chickens. British Poultry Science, 56(4): 486-493.

Mwangi S., Timmons J., Ao T., Paul M., Macalintal L., Pescatore A., Cantor A., Ford M. and Dawson K. A. 2016. Effect of zinc imprinting and replacing inorganic zinc with organic zinc on early performance of broiler chicks. Poultry Science, 96(4): 861-868.

National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th Edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Pathak S. S., Reddy K. V. and Prasoon S. 2016. Influence of different sources of zinc on growth performance of dual purpose chicken. Journal of Bio Innovation, 5: 663-672.

Pierce J. L., Shafer B. L., Power R. and Dawson K. A. 2005. Nutritional means to lower trace mineral excretion from poultry without compromising performance. Poultry Science, 84: 1-11.

www.SID.ir

Archive of SID

Rauw W. M. 2012. Immune response from a resource allocation perspective. Frontiers in Genetics, 3: 267-281.

Saenmahayak B., Singh M., Bilgili S. F. and Hess J. B. 2012. Influence of dietary supplementation with complexed zinc on meat quality and shelf life of broilers. International Journal of Poultry Science, 11(1): 28-32.

Sahin K., Smith M. O., Onderci M., Sahin N., Gursu M. F. and Kucuk O. 2005. Supplementation of zinc from organic or inorganicsource improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. International Journal of Poultry Science, 84: 882-887.

SAS Institute. 2003. SAS User's Guide: Statistics. 9.1 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Schlegel P., Sauvant D. and Jondreville C. 2013. Bioavailability of zinc sources and their interaction with phytates in broilers and piglets. Animal, 7(1): 47-59.

Shelton J. L. and Southern L. 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. The Journal of Applied Poultry Research, 15(1): 94-102.

Shyam Sunder G., Panda A. K., Gopinath N. C. S., Rama Rao S. V., Raju M. V. L. N., Reddy M. R. and Vijay Kumar Ch. 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.

Smith M. O., Sherman I. L., Miller L. C., Robbins K. R. and Halley J. T. 1995. Relative biological availability of manganese from manganese proteinate, manganese sulfate, and manganese monoxide in broilers reared at elevated temperatures. Poultry Science, 74(4): 702-707.

Star L., Van der Klis J. D., Rapp C. and Ward T. L. 2012. Bioavailability of organic and inorganic zinc sources in male broilers. Poultry Science, 91(12): 3115-3120.

Sunder G. S., Panda A. K., Gopinath N. C. S., Rao S. R., Raju M. V. L. N., Reddy M. R. and Kumar C. V. 2008. Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability, and immune competence in broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research, 17(1): 79-86.

Swain P. S., Rao S. B., Duraisamy Rajendran G. D. and Selvaraju S. 2016. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. Animal Nutrition, 2(3): 134-141.

Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A. and Jozefiak D. 2014. The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. World's Poultry Science Journal, 70(3): 475-486.

Underwood E. J. 1981. The mineral nutrition of livestock. 2nd ed. Commonwealth Agriculture Bureau, Slough, UK.

Van Der Klis J. D., Kemme P. A., McNab J. M. and Boorman K. N. 2002. An appraisal of trace elements: inorganic and organic. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive, 99-108.

Van Der Most P. J., de Jong B., Parmentier H. K. and Verhulst S. 2011. Trade-off between growth and immune function: a meta-analysis of selection experiments. Functional Ecology, 25(1): 74-80.

Vieira S. L. 2008. Chelated minerals for poultry. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 10(2): 73-79.

Warris P. D. 2000. Meat science: an introductory text. New York: CABI Publishing.

Wedekind K. J., Hortin A. E. and Baker D. H. 1992. Methodology for assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. Journal of Animal Science, 70: 178-187.

Zaghari M., Avazkhanllo M. and Ganjkhanlou M. 2105. Reevaluation of male broiler zinc requirement by dose-response trial using practical diet with added exogenous phytase. Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 333-343.

Zhang T. Y., Liu J. L., Zhang J. L., Zhang N., Yang X., Qu H. X., Xi L. and Han J. C. 2018. Effects of dietary zinc levels on the growth performance, organ zinc content, and zinc retention in broiler chickens. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 20(1): 127-132.

Zhao J., Shirley R. B., Vazquez-Anon M., Dibner J. J., Richards J. D., Fisher P., Hampton T., Christensen K. D., Allard J. P. and Giesen A. F. 2010. Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers. Journal of Applied Poultry Research, 19(4): 365-372.

Zhou X. and Wang Y. 2011. Influence of dietary nano elemental selenium on growth performance, tissue selenium distribution, meat quality, and glutathione peroxidase activity in Guangxi Yellow chicken. International Journal of Poultry Science, 90: 680-686.

www.SID.ir

Archive of SID

Animal Production Research

Vol. 8, No. 4, 2019 (39-49)

University of Guilan

Effect of adding different levels of sulfate, chelate and nano zinc to diet on performance, tissue zinc reserves and meat quality of Japanese quail

H. Khaleghi Darmiyan[1], F. Bagherzadeh Kasmani[2*], M. Mehri[2]

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

(Received: 10-01-2019 – Accepted: 26-07-2019)

Abstract

This experiment was conducted to evaluate dietary supplementation of different levels of sulfate, chelate and nano sources of zinc on growth performance, tissue zinc reserves and meat quality of male growing Japanese quails. The experiment was carried out using 400 Japanese quails in a completely randomized design with 10 experimental treatments and four replicates. The experimental treatments consisted of: basal diet (control group, without zinc supplement) containing 41.25 mg/kg zinc and basal diet supplemented with different sources of zinc (sulfate, chelate and nano zinc) each at three levels of 15, 25 and 35 mg/kg of diet. Birds fed basal diet + 25 mg chelate zinc/kg of diet showed lower feed intake, higher weight gain and improved feed conversion ratio compared to the control group ($P< 0.05$). Zinc content in serum, liver, breast meat and tibia of birds fed basal diet + 35 mg nano zinc/kg of diet were higher than the control group ($P< 0.05$). Malondialdehyde levels and drip losses in meat of birds fed diets supplemented with different sources of zinc were lower than the control ($P<0.05$). According to the results of the current study, supplementation of corn–soybean meal-based diet of Japanese quails with 25 mg zinc chelate/kg improved growth rate and feed conversion ratio compared to the control group.

Keywords: Quail, Zinc, Meat quality, Chelate, Nano

*Corresponding author: fbkasmani@uoz.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2019.12247.1375

www.SID.ir