علوم دامی ایران
دورۀ ۴۷، شمارۀ ۲، تابستان ۱۳۹۵ (ص ۲۱۳-۲۰۳)
DOI: 10.22059/ijas.2016.59025

مقایسۀ زیست‌فراهمی پروتئینات و اکسید منگنز در سنین اولیۀ جوجه‌های گوشتی

معصومه غلامی[1]، ابوالقاسم گلیان[2*]، حسن کرمانشاهی[3] و سعید زره داران[4]
۱. دانشجوی دکتری تغذیۀ طیور، گروه علوم دامی، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد
۲، ۳ و ٤. استادان، گروه علوم دامی، دانشکدۀ کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۳/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/۱۲/۱۹)

چکیده

این آزمایش برای مقایسۀ زیست‌فراهمی نسبی پروتئینات و اکسید منگنز با جذب بافتی در جوجه‌های گوشتی اجرا شد. شمار ٤۳۲ جوجۀ یک‌روزۀ نر سویۀ تجاری کاب۵۰۰ به‌طور کامل تصادفی بین نه تیمار آزمایشی با هشت تکرار و شش جوجه در هر تکرار توزیع شد. جیره‌ها در قالب طرح کامل تصادفی با ترتیب فاکتوریل با دو منبع پروتئینات و اکسید منگنز خالص و چهار سطح منگنز افزودنی (۳۵، ۷۰، ۱۰۵ و ۱٤۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به همراه یک تیمار شاهد (بدون منگنز افزودنی)، تهیه و جوجه‌ها در سنین ۲۱-۱ روزگی با آن‌ها تغذیه شدند. نوع منبع منگنز بر مصرف غذایی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی اثر معنی‌داری نداشت. با افزایش سطح منگنز، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی از رابطۀ درجۀ دوم پیروی کرده است. با افزایش سطح منگنز جیره، تراکم منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه به‌طور خطی افزایش معنی‌داری داشته است. شیب به‌دست‌آمده از بررسی تابعیت خطی محتوای منگنز استخوان نسبت به سطوح منگنز جیره، در مقایسه با دیگر بافت‌ها بیشترین میزان بود و به دنبال آن به ترتیب کلیه و کبد شیب کمتری داشتند. با مقایسۀ شیب خطوط تابعیت، مقادیر زیست‌فراهمی نسبی پروتئینات منگنز در مقایسه با اکسید منگنز خالص در استخوان ۱۰۱/۷ درصد تعیین شد که نشان‌دهندۀ نبود تفاوت در زیست‌فراهمی بین دو منبع منگنز در این آزمایش است.

واژه‌های کلیدی: اکسید منگنز، پروتئینات منگنز، درشت‌نی، زیست‌فراهمی، جوجه‌های گوشتی.

مقدمه

گستردگی تحقیقات انجام‌شده درزمینۀ مصرف مواد کانی در طیور، نشان از تفاوت بین منابع مواد کانی، ارزش اقتصادی آن‌ها و میزان کمبودشان در جیره‌های کاربردی است (NRC 1994). نیازهای مواد کانی ارائه‌شده در NRC (1994) مربوط به تحقیقاتی است که پیش از سال ۱۹۵۰ میلادی صورت گرفته‌اند (Leeson, 2005). از حدود چهل سال پیش تاکنون، بهبود سرعت رشد در جوجه‌های گوشتی و بوقلمون، همچنین تولید تخم در گونه‌های تخم‌گذار افزایش زیادی داشته است. ازاین‌رو باوجود تفاوت‌های ژنتیکی در قابلیت (پتانسیل) رشد سویه‌های تجاری امروزی طیور، مصرف چنین مقادیری از مواد کانی کم‌مصرف، معقول و منطقی نیست. از سوی دیگر طی سال‌های گذشته به‌طورمعمول از جیره‌های خالص و نیمه‌خالص به‌عنوان جیرۀ پایه در بررسی‌های مواد کانی استفاده شده است (Leeson, 2005)، اما به دلیل کمبود فیبر محلول و فیتات در این جیره‌ها، اثرگذاری منفی این مواد بر زیست‌فراهمی مواد کانی موجود در جیره‌های تجاری، توجه نشده است (O'dell & Savage, 1960).

* تلفن: ۰۹۱۵۵۲۱۲۶۸۷
E-mail: golian-a@um.ac.ir

زیست‌فراهمی به میزان مادهٔ مغذی خورده‌شده از یک منبع ویژه و قابل‌جذب در بدن، درصورتی‌که بتواند در فرآیندهای سوخت‌وساز بدن حیوان استفاده شود، اطلاق می‌شود (Ammerman *et al*., 1995).

تاکنون در بررسی‌های زیست‌فراهمی از تجمع مواد کانی در اندام‌های هدف مختلف به‌عنوان پاسخ اصلی استفاده شده است. جوجه‌های گوشتی جوان به علت ذخایر محدود غذایی و ظرفیت رشد سریع، به‌عنوان حیوان آزمایشی مطلوب در بررسی‌های زیست‌فراهمی مواد کانی کم‌مصرف به شمار می‌آیند. از سوی دیگر امروزه از مواد کانی آلی مانند پروتئینات و کیلات‌های اسیدآمینه که زیست‌فراهمی بالاتر (Wedekind & Baker, 1990; Wedekind, 1992; Cao *et al*., 2000). و دفع کمتر در کود دارند، استفاده می‌شود (Manon *et al*., 2005; Pierce, 2005). هدف از این بررسی مقایسهٔ زیست‌فراهمی پروتئینات منگنز با اکسید منگنز خالص با استفاده از جیرهٔ تجاری ذرت-کنجالهٔ سویا در جوجه‌های گوشتی جوان از سن ۱ الی ۲۱ روزگی به دلیل داشتن سرعت رشد بیشتر، است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن آزمایش‌های تغذیه‌ای دانشگاه کنتاکی کشور آمریکا انجام شد. شمار ۴۳۲ جوجهٔ نر یک‌روزهٔ سویهٔ تجاری کاب۵۰۰ (Avian Division, Cobb Vantress, Monticello. KY, USA)، با میانگین وزنی همسان به‌طور تصادفی بین نه تیمار آزمایشی با هشت تکرار و شمار شش جوجه در هر تکرار توزیع شدند. ابعاد سالن در این آزمایش ۳×۱۲×۹ متر و دارای سه مجموعه قفس باطری که هر یک شامل چهار ردیف و هر ردیف متشکل از پانزده قفس و درمجموع ۱۸۰ قفس، بوده است. در این آزمایش از ۷۲ قفس استفاده شد. ابعاد هر قفس برابر با ۵۱×۶۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۶ سانتی‌متر بود. روشنایی توسط سامانهٔ خودکار از ساعت ۲ بامداد الی ۱۲ شب به مدت ۲۲ ساعت در شبانه‌روز اعمال شد. هر قفس یک آبخوری نیپل و یک دانخوری با ابعاد ۵۴ ×۱۰ سانتی‌متر داشت که جوجه‌ها به‌طور آزاد طی دورهٔ آزمایش به آن دسترسی داشتند. دما توسط سامانهٔ خودکار طی هفتهٔ اول ۳۱ درجهٔ سلسیوس و آنگاه با کاهش تدریجی، بنا بر تنظیم‌های خودکار سامانه، از هفتهٔ دوم تا هنگام کشتار (۲۱ روزگی) در حد ۲۷ درجهٔ سلسیوس کنترل شد. همهٔ مراحل آزمایش توسط کمیتهٔ حمایت از حیوانات دانشگاه کنتاکی تأیید شد.

جیره‌های آزمایشی

جیرهٔ پایهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا بر پایهٔ نیاز مواد مغذی سویهٔ کاب ۵۰۰ (۲۰۱۲) با استفاده از مکمل کانی بدون منگنز تنظیم شد (جدول ۱). منگنز اضافه‌شده به جیرهٔ پایه (شاهد) به‌صورت سطوح درجه‌بندی‌شده[1] ۳۵، ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم دان و با استفاده از منابع اکسید منگنز خالص و پروتئینات منگنز[2] (تهیه‌شده از کیلاته شدن نمک محلول با اسیدهای آمینه و یا به‌طور ویژه پروتئین آبکافت یا هیدرولیز شده)، تأمین شد. در آغاز میزان ۶۵۳ کیلوگرم جیرهٔ پایه تهیه و به نه قسمت یکسان (۷۲/۵ کیلوگرم) تقسیم شد. یک بخش از این نه قسمت به جیرهٔ پایه (بدون منگنز افزودنی) اختصاص یافت و به هشت قسمت دیگر، به ترتیب مقادیر ۲۵/۳۷، ۵۰/۷۵، ۷۶/۱۲۵ و ۱۰۱/۵ گرم پروتیئنات منگنز (حاوی ۱۰درصد منگنز) و ۳/۳، ۶/۶۱۶، ۹/۹۲۵ و ۱۳/۲۳ گرم اکسید منگنز خالص (حاوی ۷۶/۷درصد منگنز) اضافه شد، تا جیره‌های مکمل‌شده با سطوح ۳۵، ۷۰، ۱۰۵ و ۱۴۰ میلی‌گرم منگنز در کیلوگرم دان، از هر دو منبع منگنز تهیه شوند.

ازآنجاکه وجود عناصر سنگین بیش‌ازحد مجاز در منابع مختلف مواد کانی، می‌تواند بر چگونگی کاربرد آن عنصر در بدن و در پی آن، بر پاسخ عملکرد اثرگذار باشد، در آغاز آزمایش، پروتئینات منگنز طی سه بار نمونه‌گیری، توسط دستگاه طیف‌سنج پلاسمای جفت‌شدهٔ القایی (ICP-OES)[1]، ازنظر فلزهای سنگین، آزمایش شد. همچنین محتوای منگنز جیرهٔ شاهد و دیگر جیره‌های آزمایشی نیز پس از آماده‌سازی، توسط ICP-OES تجزیه شد.

1. Graded levels
2. Mn Proteinate (Bioplex Mn®)

جدول ۱. ترکیب مواد مغذی جیرهٔ پایه (شاهد)

Table 1. Composition of nutrients in basal diets (control)

Ingredient	% of Diet
Corn	56.45
Soybean meal	36.00
Corn oil	3.05
Calcium carbonate	1.41
Dicalcium phosphate	1.76
Salt	0.45
DL-Methionine	0.26
L-Lysine	0.12
Vitamin premix[1]	0.25
Mineral premix[2] (no Mn)	0.25
Calculated value	
AME_n, kcal/kg	3050
Protein, %	22.00
Calcium %	1.00
Available P, %	0.45
TSAA[3], %	0.97
Lysine, %	1.32

۱. پیش مخلوط ویتامینی در هر کیلوگرم جیره ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۵۲۸ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۳۳ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۰/۹۱ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۲ میلی‌گرمB1، ۸ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۵ میلی‌گرم نیاسین، ۵ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۲۸ میکروگرم ویتامین B_{12}، ۱ میلی‌گرم اسید فولیک، ۱۸ میلی‌گرم پانتوتینیک اسید، ۰/۲۲۱ میلی‌گرم بیوتین، ۴۷۸ میلی‌گرم کولین کلراید تأمین کرد.

۲. پیش مخلوط کانی در هر کیلوگرم جیره ۸۰ میلی‌گرم آهن، ۱۳ میلی‌گرم مس،۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم تأمین کرد.

۳. مجموع اسیدهای آمینه حاوی گوگرد.

1. Vitamin premix provided per kilogram of diet: vitamin A, 11000 IU; vitamin D3, 3528 IU; vitamin E, 33 IU; vitamin K3 0.91 mg; riboflavin, 8 mg; calcium pantothenate, 18 mg; nicotinic acid, 55 mg; pyridoxine hydrochloride, 5 mg; biotin, 0.221 mg; thiamine, 2 mg; folic acid, 1 mg; vitamin B12, 28 µg; choline chloride, 478 mg.
2. Mineral premix provided per kilogram of diet: iron, 80 mg; copper, 13 mg; zinc, 100 mg; selenium, 0.15 mg.
3. Total sulphur amino acids.

وزن جوجه و خوراک در آغاز آزمایش و به‌طور هفتگی اندازه‌گیری و ثبت شد. در روز پایان آزمایش (۲۱ روزگی) دو پرنده از هر قفس و درمجموع شانزده پرنده برای هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از گاز آرگون کشتار شدند. سپس اندام‌های هدف شامل درشت‌نی چپ و راست، کبد و کلیه برای اندازه‌گیری غلظت منگنز، خاکستر، کلسیم، فسفر و درجهٔ استحکام استخوان در برابر شکنندگی جدا و تا هنگام انجام ارزیابی‌های شیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند.

تجزیه‌وتحلیل شیمیایی

برای اندازه‌گیری محتوای منگنز، نمونه‌های درشت‌نی چپ پس از جداسازی از لاشه در آب دی‌یونیزه، به مدت پانزده دقیقه جوشانده و همهٔ بافت‌های نرم و کلاهک غضروفی آن جدا شد (Ao *et al.*,2006). در مرحلهٔ بعد نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجهٔ سلسیوس به‌طورکلی خشک شدند. سپس به‌منظور چربی‌زدایی، به مدت ۷۲ ساعت در اتر قرار داده و دوباره به آون با دمای ۱۰۵ درجهٔ سلسیوس به مدت دوازده ساعت منتقل تا به‌طورکلی خشک شدند. وزن نمونه‌ها پیش و پس از قرار دادن در آون اندازه‌گیری و ثبت شد. در مرحلهٔ آخر، نمونه‌ها، برای تعیین خاکستر، به مدت ۲۴ ساعت، در کوره با دمای ۶۰۰ درجهٔ سلسیوس، گرما داده شدند. پس از خروج از کوره، دوباره وزن خاکستر نمونه اندازه‌گیری و ثبت شد (Ao *et al.*, 2006). نمونه‌های کبد و کلیه پس از هموژنیزه شدن به مدت ۷۲ ساعت در دستگاه فریز درایر خشک شدند و محتوای مادهٔ خشک آن‌ها تعیین شد (AOAC, 1995). سپس همهٔ نمونه‌های خوراک، خاکستر استخوان، بافت‌های کبد و کلیه به‌طور جداگانه در ماکروویو توسط اسید نیتریک هضم شدند (AOAC, 1995). برای عمل هضم، ۱ گرم از هر نمونه را درون لوله‌های هضم ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ نیز به لولهٔ حاوی نمونه‌ها اضافه شد. پس از بستن درپوش آن، نمونه‌ها در ماکروویو به مدت ۵۵ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند. پس از پایان مرحلهٔ هضم، نمونه‌ها با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه رقیق و میزان ۱۵ میلی‌لیتر از آن به لوله‌های مدرج منتقل شد. در انتهای عمل هضم، نمونه‌ها توسط دستگاه ICP-OES تجزیه و غلظت منگنز، فسفر و کلسیم آن‌ها تعیین شد. از نمونه‌های درشت‌نی راست برای تعیین استحکام استخوان در برابر فشار توسط دستگاه Universal[1] Testing Machine (ظرفیت ۱۰۰ کیلوگرم، قطر دو میله برای قرار دادن استخوان روی آن ۲/۵ سانتی‌متر و فاصلهٔ دو میله ۳/۵ سانتی‌متر) استفاده شد. به‌طوری‌که هر نمونهٔ استخوان درشت‌نی روی دو میله در دستگاه قرار گرفت و نیرو توسط وزنهٔ ۱۰۰ کیلوگرمی با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه به وسط آن اعمال و در زمان شکسته شدن استخوان نیرو ثبت شد.

1. Universal testing machine, Instron Model 4301, USA.

تجزیه‌وتحلیل آماری

تجزیهٔ واریانس هر یک از عامل‌های اندازه‌گیری‌شده با نرم‌افزار (SAS 9.1, 2009) در قالب طرح کامل تصادفی و با ترتیب فاکتوریل۲×۴ (دو منبع منگنز و چهار سطح) بررسی شد. مقایسهٔ میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون توکی انجام شد. تیمار شاهد با استفاده از مقایسه‌های مستقل[1] با دیگر تیمارهای آزمایشی مقایسه شد. مقایسه‌های متعامد[2] برای بررسی اثرپذیری خطی و درجهٔ دوم سطوح منگنز جیره‌ها (شامل جیرهٔ شاهد و جیره‌های حاوی سطوح منگنز افزوده‌شده) با صفات موردبررسی انجام شد. از روش بررسی تابعیت خطی چندگانه و نسبت شیب برای مقایسهٔ زیست‌فراهمی پروتئینات منگنز با اکسید منگنز استفاده شد (Littell *et al.*, 1997).

نتایج

تجزیهٔ شیمیایی نمونه‌های پروتئینات منگنز ازنظر فلزهای سنگین در جدول ۲ نشان داده شده است. به‌طوری‌که با انجام سه بار نمونه‌گیری، نتایج میانگین میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب به‌ترتیب ۲/۱۰۳±۰/۱۴۵، ۰/۵۷۱±۰/۰۰۶ و ۳/۸۸۴±۰/۲۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نمونه تعیین شد. بنا بر استاندارد محصولات GMP[3] در آمریکا مقادیر آرسنیک، کادمیوم و سرب می‌بایست به ترتیب کمتر از ۳۰، ۱۵ و۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم محصول باشد. ازاین‌رو مقادیر به‌دست‌آمده از تجزیهٔ شیمیایی پروتئینات منگنز بسیار کمتر از بیشینه میزان مجاز تأییدشده در جیرهٔ حیوانات است.

جدول ۲. مقادیر فلزهای سنگین در پروتئینات منگنز (بایوپلکس منگنز[1])

Table 2. Amounts of heavy metals in manganese proteinate (Bioplex Mn®)

Bioplex Mn® Sample	Lead	Cadmium	Arsenic
	(mg/kg)		
1	4.084	0.574	2.055
2	3.661	0.576	1.988
3	3.908	0.564	2.226
Average± SD	0.212±3.884	0.006±0.571	0.145±2.103

۱. تولیدشده توسط شرکت آلتک، ایالات‌متحدهٔ آمریکا.

1. Produced by Alltech Inc, KY, USA

1. Contrast
2. Orthogonal
3. Good Manufacturing Practices

میزان منگنز در جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر منگنز اندازه‌گیری‌شده در جیره‌های آزمایشی نزدیک به مجموع منگنز جیرهٔ شاهد و سطوح منگنز افزوده‌شده به جیره است.

جدول ۳. میزان منگنز اندازه‌گیری‌شده در جیره‌های آزمایشی

Table 3. Analyzed Mn concentrations in experimental diets

Mn source	Mn added (mg/kg)	Analyzed Mn (mg/kg)
None	0	24.6
Proteinate[1]	35	57
	70	99.3
	150	128
	140	158.4
Oxide [2]	35	54.23
	70	145
	105	137
	140	176

۱. پروتئینات منگنز (بایوپلکس منگنز)

۲. اکسید منگنز خالص

1. Manganese proteinate (Bioplex Mn®)
2. Mno Reagent grade

تأثیر پروتئینات، اکسید منگنز و سطح منگنز جیرهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا بر عملکرد جوجه‌ها در سن ۱ الی ۲۱ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. منابع مختلف منگنز (اکسید و پروتئینات) بر مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج آزمایش Wang *et al.* (2012) نشان داد که منابع مختلف منگنز (سولفات و پروتئینات منگنز) برافزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک تأثیری ندارد. همچنین بررسی‌های Henry *et al.* (1986) نشان داد تأثیر منابع مختلف منگنز (سولفات و اکسید منگنز) بر عملکرد (خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک) معنی‌دار نبوده است (P>۰/۰۱). نتایج همسانی نیز توسط Yan & Waldroup (2006) ارائه شده است که طی آن مشخص شده که تأثیر سطوح مختلف منگنز جیره بر مصرف خوراک و افزایش وزن معنی‌دار نبوده است (جدول ۴). درحالی‌که ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی ۷۰ و ۱۰۵ میلی‌گرم منگنز افزوده‌شده در هر کیلوگرم خوراک، در مقایسه با جوجه‌هایی که جیرهٔ حاوی ۳۵ میلی‌گرم منگنز دریافت کرده بودند، به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. با افزایش سطح منگنز جیره پاسخ درجهٔ دوم

معنی‌داری در افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد، اما ازآنجاکه مقایسه‌های عملکرد جوجه‌های تیمار شاهد با جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های مکمل‌شده با منگنز، به‌استثنای ضریب تبدیل خوراک در جیرهٔ حاوی ۳۵ میلی‌گرم منگنز افزوده‌شده در کیلوگرم خوراک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، می توان نتیجه گرفت که سطح منگنز افزوده‌شده به جیره تنها بر ضریب تبدیل غذایی مؤثر بوده است (جدول ۴).

نتایج آزمایش Wang *et al.* (2012) نشان داد که سطوح مختلف منگنز (۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ میلی‌گرم) از منابع سولفات و پروتئینات منگنز برافزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک تأثیری نداشته است. در آزمایش این پژوهشگران نیز، سطوح بالای منگنز جیره (۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در عملکرد رشد و ضریب تبدیل تغییری ایجاد نکرده است.

جدول ۴. تأثیر منابع و سطح منگنز افزوده‌شده به جیرهٔ ذرت – کنجالهٔ سویا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱-۱ روزگی

Table 4. The effect of level and sources of Mn added into the corn-soybean meal diet on performance of broiler chickens from 1-21 days of age

Effect	Performance		
	Feed intake (gr)	Body weight gain (gr)	Feed Conversion Ratio
Source of supplemental manganes [1]			
Proteinate	1083.85	705.11	1.45
Oxide	1078.15	711.00	1.42
SEM	8.48	4.83	0.011
level of supplemental manganese (mg/kg)[2]			
35	1084.62	700.79	1.47 [a]
70	1082.71	723.03	1.41 [b]
105	1068.28	704.69	1.43 [b]
140	1088.39	703.13	1.44 [ab]
SEM	11.99	6.83	0.015
Interaction (source × level)[3]			
Proteinate × 35	1071.98	684.74	1.50 [a]
Proteinate × 70	1097.70	730.21	1.42 [b]
Proteinate × 105	1063.23	707.81	1.41 [b]
Proteinate × 140	1102.51	697.71	1.45 [ab]
Oxide × 35	1097.26	716.85	1.44 [b]
Oxide × 70	1067.73	715.84	1.40 [b]
Oxide × 105	1073.33	701.56	1.44 [b]
Oxide × 140	1074.28	708.54	1.42 [b]
SEM	17	9.68	0.021
Control (no supplemental of Mn)	1078.88	717.39	1.42
		P value	
Supplemental source of Mn	0.63	0.42	0.17
Supplemental level of Mn	0.65	0.095	0.044
Interaction (source × level)	0.604	0.073	0.044
Control vs. Mn proteinate	0.784	0.255	0.201
Control vs. Mn oxide	0.968	0.533	0.631
Control vs. Level of 35 mg added Mn[4]	0.773	0.161	0.042
Control vs. Level of 70 mg added Mn[5]	0.847	0.631	0.799
Control vs. Level of 105 mg added Mn[6]	0.596	0.282	0.631
Control vs. Level of 140 mg added Mn[7]	0.633	0.227	0.352
Quadratic[8]	0.79	0.028	0.003
Linear[9]	0.84	0.62	0.78

a-c. میانگین‌های هر ستون برای هر عامل و هر اثر که حرف مشترک ندارند، اختلاف معنی‌دار دارند (P <۰/۰۵).

۱. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۳۲ داده است.

۲. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۱۶ داده است.

۳. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۸ داده است.

۴، ۵، ۶ و ۷. سطوح همسان از هر دو منبع منگنز با هم ادغام و با شاهد مقایسه شده‌اند.

۸ و ۹. گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی

a-c. The means in a column for each effect with no common superscripts differ significantly (P < 0.05).

1. Each value is the average of 32 birds

2. Each value is the average of 16 birds

3. Each value is the average of 8 birds

4, 5, 6, 7. Similar level of two Mn sources were pooled and compared with control group.

8, 9. Control and experimental treatments

برای افزایش وزن و مصرف خوراک نشان داد، بین منابع مختلف منگنز و سطوح منگنز افزوده‌شده به جیره، اثر متقابل معنی‌داری وجود نداشت. در مورد ضریب تبدیل غذایی، اثرهای متقابل بین منبع پروتئینات و سطوح منگنز در سطح ۳۵ میلی‌گرم در مقایسه با دو سطح ۷۰ و ۱۰۵ میلی‌گرم، اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵)، درحالی‌که در گروه اکسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد بدون توجه به نوع منبع منگنز افزوده‌شده، استفاده از مکمل منگنز در سطح ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد، درحالی‌که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت (جدول ۴). میزان مصرف خوراک و افزایش وزن بدن در جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد در مقایسه با جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ جیره‌های حاوی منابع و سطوح مختلف منگنز افزوده‌شده، اختلاف معنی‌داری نداشتند. به‌عبارت‌دیگر تنها ضریب تبدیل غذایی در تیمار حاوی ۳۵ میلی‌گرم منگنز افزوده‌شده نسبت به تیمار شاهد، اختلاف معنی‌دار داشت. به‌طورکلی در این آزمایش ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با افزایش وزن و مصرف خوراک، حساسیت بیشتری نسبت به مکمل کردن جیره با منگنز نشان داد.

تأثیر پروتئینات، اکسید منگنز و سطح منگنز در جیرهٔ تجاری ذرت-کنجالهٔ سویا بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی استخوان جوجه‌ها در سن ۱ الی ۲۱ روزگی در جدول ۵ نشان داده شده است. منابع منگنز بر درصد فسفر، خاکستر و قدرت شکنندگی استخوان تأثیر معنی‌داری نداشت. درحالی‌که اکسید منگنز سبب افزایش معنی‌دار کلسیم استخوان در مقایسه با پروتئینات منگنز شد (P<۰/۰۵). نتایج Henry *et al.* (1986) نیز نشان داد تأثیر منابع مختلف منگنز (سولفات و اکسید منگنز) بر وزن خاکستر استخوان معنی‌دار نبوده است (P>۰/۰۱). افزایش سطح منگنز جیره تأثیر معنی‌داری بر درصد فسفر، کلسیم و خاکستر استخوان نداشت. نیروی اعمال‌شده برای شکستن استخوان، تحت تأثیر سطح منگنز افزودنی به جیره قرار نگرفت (جدول ۵). با افزایش سطح منگنز جیره، قدرت شکنندگی استخوان درشت‌نی جوجه‌ها به‌صورت معادلهٔ درجهٔ دوم، معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی ۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز افزوده‌شده بیشترین استحکام استخوان را داشتند (جدول ۵). از سوی دیگر مقایسه‌های استحکام درشت‌نی جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد و جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ سطوح مختلف منگنز، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

اثرهای متقابل بین منابع و سطوح منگنز افزوده‌شده به جیره بر مقدار فسفر و توان شکنندگی استخوان معنی‌دار نبوده است. درصد کلسیم استخوان جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ منبع پروتئینات در سطح ۱۰۵ میلی‌گرم منگنز افزوده‌شده به هر کیلوگرم جیره، در مقایسه با دیگر سطوح، معنی‌دار بوده است. درحالی‌که در گروه مصرف‌کنندهٔ اکسید منگنز، تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسهٔ گروه شاهد با جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ منابع و یا سطوح مختلف منگنز افزودنی بر میزان فسفر، خاکستر و استحکام استخوان تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد با جوجه‌های تغذیه‌شده با منابع و یا سطوح منگنز افزودنی بر درصد کلسیم خاکستر استخوان مشاهده شد.

تأثیر پروتئینات، اکسید منگنز و سطح منگنز در جیرهٔ تجاری ذرت-کنجالهٔ سویا بر تراکم منگنز بافت‌های درشت‌نی، کبد و کلیه جوجه‌ها در سن ۱ الی ۲۱ روزگی در جدول ۶ نشان داده شده است. تأثیر سطوح مختلف منگنز بر تراکم منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه معنی‌دار بوده است، اما تأثیر پروتئینات منگنز در مقایسه با اکسید منگنز بر تراکم منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). شکل ۱ نشان می‌دهد غلظت منگنز در خاکستر استخوان درشت‌نی با افزایش سطح منگنز در جیره به‌طور خطی افزایش یافته است (P<۰/۰۱). با افزایش سطح منگنز افزوده‌شده به جیره، غلظت منگنز در کلیه (P<۰/۰۱) و کبد (P<۰/۰۵) نیز به‌طور معنی‌دار افزایش یافت، اما ضریب تبیین آن‌ها به ترتیب R^2 =۰/۴۴ و R^2= ۰/۱۱ بود که در مقایسه با ضریب تبیین استخوان (R^2 =۰/۷۵) بسیار پایین بوده است. غلظت منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد در مقایسه با جوجه‌های دریافت‌کنندهٔ منابع و سطوح

مختلف منگنز افزوده‌شده به جیره به‌طور معنی‌دار کمتر بود (P<۰/۰۱). غلظت منگنز درشت‌نی، کبد و کلیه در کمترین سطح منگنز افزوده‌شده به جیره به ترتیب برابر ۳/۹، ۷/۲ و ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک و در بیشترین سطح منگنز افزوده‌شده به جیره برابر ۶/۶، ۸/۱ و ۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک بود. باوجود بیشتر بودن مقدار منگنز کبد نسبت به درشت‌نی و کلیه، روند افزایش منگنز بافت‌ها با افزایش سطح منگنز افزوده‌شده به جیره (از ۳۵ به ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در درشت‌نی (۲/۷میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بیشتر از کبد (۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) و کلیه (۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بود. با افزایش سطح منگنز جیره، تراکم منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (P<۰/۰۱). این نتایج توسط برخی از بررسی‌های انجام‌شده در گذشته تأیید شده است.

جدول۵. تأثیر منابع و سطح منگنز افزوده‌شده به جیرهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی استخوان جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱-۱ روزگی

Table 5. The effect of level and sources of Mn added into the corn-soybean meal diet on physical and mechanical properties of tibia in broiler chickens from 1-21 days of age

Effect	Tibia content (%)			Bone breaking strength (kg)
	P	Ca	Ash	
Source of supplemental manganese [1]				
Proteinate	19.0	37.4 [b]	61.89	2.2
Oxide	19.1	38.7 [a]	62.85	2.3
SEM	0.213	0.393	0.614	0.042
level of supplemental manganese (mg/kg)[2]				
35	19.3	38.0	63.0	2.21
70	18.9	37.7	61.5	2.38
105	19.4	38.8	63.2	2.17
140	18.7	37.6	61.7	2.30
SEM	0.301	0.555	0.86	0.059
Interaction (source × level)[3]				
Proteinate × 35	18.8	36.3 [dc]	61.2 [b]	2.2
Proteinate × 70	18.6	36.5 [dc]	60.1 [b]	2.3
Proteinate × 105	19.9	39.8 [a]	64.8 [a]	2.1
Proteinate × 140	18.7	37.0 [c]	61.4 [ab]	2.3
Oxide × 35	19.7	39.6 [a]	64.7 [a]	2.2
Oxide × 70	19.2	39.0 [ab]	62.9 [ab]	2.4
Oxide × 105	18.8	37.8 [abc]	61.6 [ab]	2.2
Oxide × 140	18.8	38.3 [abc]	62.1 [ab]	2.3
SEM	0.427	0.788	1.23	0.084
Control (no supplemental of Mn)	18.5	34.1	62.6	2.4
			P value	
Supplemental source of Mn	0.658	0.023	0.276	0.300
Supplemental level of Mn	0.353	0.407	0.404	0.080
Interaction (source × level)	0.108	0.006	0.033	0.990
Control vs. Mn proteinate	0.385	0.0012	0.635	0.132
Control vs. Mn oxide	0.262	0.0001	0.890	0.378
Control vs. Level of 35 mg added Mn[4]	0.200	0.0006	0.827	0.116
Control vs. Level of 70 mg added Mn[5]	0.580	0.0011	0.513	0.967
Control vs. Level of 105 mg added Mn[6]	0.143	0.0001	0.733	0.053
Control vs. Level of 140 mg added Mn[7]	0.743	0.0015	0.604	0.426
Quadratic[8]	0.137	0.018	0.502	0.033
Linear[9]	0.531	0.0015	0.464	0.96

a-c. میانگین‌های هر ستون برای هر عامل و هر اثر که حرف مشترک ندارند، اختلاف معنی‌دار دارند (P <۰/۰۵).

۱. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۳۲ داده است.

۲. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۱۶ داده است.

۳. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۸ داده است.

۴، ۵، ۶ و ۷. سطوح همسان از هر دو منبع منگنز با هم ادغام و با شاهد مقایسه شده‌اند.

۸ و ۹. گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی

a-c. The means in a column for each effect with no common superscripts differ significantly (P < 0.05).

1. Each value is the average of 32 birds

2. Each value is the average of 16 birds

3. Each value is the average of 8 birds

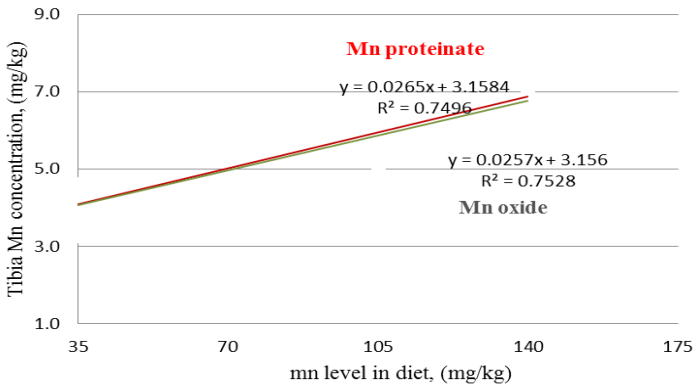
4, 5, 6, 7. Similar level of two Mn sources were pooled and compared with control group.

8, 9. Control and experimental treatments

به‌طوری‌که در آزمایش Brooks *et al.* (2012) گزارش شده است، با افزایش سطح منگنز در جیره از ۲۰ به ۱۰۰ و از ۱۰۰ به ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، غلظت منگنز استخوان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین افزایش غلظت منگنز از منبع پروتئین‌ها بیشتر از سولفات بوده است. درحالی‌که در این آزمایش منابع پروتئینات و اکسید بر میزان ذخیرهٔ منگنز بافت‌ها تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. نتایج Henry *et al.* (1986) نشان داد غلظت منگنز استخوان، کلیه و کبد با افزایش سطوح منگنز جیره، صرف‌نظر از نوع منبع منگنز به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۱). Henry *et al.* (1987) گزارش کردند با افزایش غلظت منگنز جیره (سطوح بالای منگنز در جیره) غلظت منگنز استخوان و کلیه نیز به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۱). اثر متقابل منبع و سطح منگنز بر محتوای منگنز بافت‌های استخوان، کبد و کلیه معنی‌دار نبود (جدول ۶). در آزمایش Brooks *et al.* (2012)، اثر متقابل بین سطح و منبع منگنز برای میزان منگنز استخوان مشاهده نشده است. Berta *et al.* (2004)، گزارش کردند غلظت منگنز در استخوان، کبد و کلیه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع منبع منگنز (اکسید در مقایسه با یک منبع آلی) بود. ولی تفاوت معنی‌داری بین سطوح همسان دو منبع مشاهده نشده است.

این آزمایش نشان داد تراکم منگنز در درشت‌نی، کبد و کلیه، با افزایش سطح منگنز جیره به‌طور خطی افزایش یافت (P<۰/۰۱). همچنین تراکم منگنز در بافت‌های جوجه‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ شاهد (بدون منگنز افزوده‌شده) در مقایسه با جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف منگنز افزوده‌شده، به‌طور معنی‌دار کمتر بوده است (P<۰/۰۱).

معادله‌های تابعیت خطی چندگانه غلظت منگنز و دامنهٔ اطمینان آن در استخوان، کلیه و کبد در رابطه با سطوح منگنز افزوده‌شدهٔ جیره در جدول ۷ نشان داده شده است. شیب ناشی از تجزیهٔ غلظت منگنز استخوان در مقایسه با دیگر بافت‌ها بیشترین مقدار بود. کلیه و کبد نیز از این نظر به ترتیب در رتبه‌های بعد قرار داشتند. با توجه به ضریب تبیین بیشتر در افزایش غلظت منگنز استخوان و سطح منگنز افزوده‌شده به جیره (R^2 =۰/۷۵) نسبت به کلیه (R^2 =۰/۴۴) و کبد (R^2 =۰/۱۱) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استخوان بیشترین حساسیت را نسبت به تغییرهای منگنز جیره داشته و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای تعیین زیست‌فراهمی منابع منگنز استفاده شود.



شکل ۱. اثرگذاری‌های منبع و سطح منگنز بر غلظت منگنز خاکستر درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی.
Figure 1. The effect of level and sources of Mn on tibia Mn concentration of broiler chickens on day 21.

بنابر نتایج Black *et al.* (1984) با استفاده از سطوح بالای منگنز در جیره (۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) ضریب‌های تبیین منگنز استخوان از منابع سولفات و اکسید منگنز به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۹ به‌دست آمد، درحالی‌که در آزمایشی دیگر که توسط Henry *et al.* (1986) با استفاده از سطوح کم منگنز در جیره (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) انجام شد، ضریب‌های تبیین معادل ۰/۸۸ و

۰/۸۳ گزارش شد. از سوی دیگر نتیجهٔ بررسی Watson *et al.* (1971) نشان داد، ضریب تبیین در جیره‌های خالص حاوی سطوح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم سولفات منگنز، خیلی پایین‌تر و به میزان ۰/۶۷ بود. ازآنجاکه روش آماده‌سازی استخوان برای تجزیه‌وتحلیل محتوای منگنز در هر سه آزمایش یادشده، یکسان بوده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت در مقدار ضریب‌های تبیین نمی‌تواند مربوط به روش تجزیهٔ منگنز استخوان باشد و به‌احتمال‌زیاد به روش آزمایش بستگی دارد. در این آزمایش از سولفات منگنز به‌عنوان استاندارد استفاده نشد و تنها زیست‌فراهمی نسبی منبع پروتئینات منگنز نسبت به اکسید منگنز تعیین شد و با مقایسهٔ شیب‌های خطوط تابعیت، مقادیر زیست‌فراهمی نسبی پروتئینات منگنز در مقایسه با اکسید منگنز خالص در استخوان و کلیه به ترتیب ۱۰۱/۷ و ۹۱/۸درصد تعیین و از برآورد آن در کبد به علت ضریب تبیین بسیار پایین، صرف‌نظر شد (جدول ۷). برخی از بررسی‌های پیشین نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش را تأیید می‌کنند.

جدول ۶. تأثیر منابع و سطح منگنز افزوده‌شده به جیرهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا بر تراکم منگنز بافت‌های درشت‌نی، کبد و کلیه جوجه‌های گوشتی در سن۲۱-۱ روزگی

Table 6. The effect of level and sources of Mn added into the corn-soybean meal diet on Mn concentration in tibia, liver and kidney tissues of broiler chickens from 1-21 days of age.

Effect	Mn concentration (mg/kg DM[1])		
	Tibia	liver	Kidney
Source of supplemental manganese [1]			
Proteinate	5.5	7.6	4.95
Oxide	5.4	7.5	4.9
SEM	0.104	0.167	0.108
level of supplemental manganese (mg/kg)[2]			
35	3.9[d]	7.2[b]	4.0 [c]
70	5.2 [c]	7.5[ab]	4.9 [b]
105	6.1 [b]	7.5[ab]	5.2 [ab]
140	6.6 [a]	8.1[a]	5.6 [a]
SEM	0.147	0.236	0.153
Interaction (source × level)[3]			
Proteinate × 35	3.9	7.3	3.9
Proteinate × 70	5.3	7.6	5.1
Proteinate × 105	5.9	7.7	5.3
Proteinate × 140	6.8	8.0	5.4
Oxide × 35	3.8	7.0	4.3
Oxide × 70	5.1	7.5	4.8
Oxide × 105	6.9	7.3	5.1
Oxide × 140	6.5	8.2	5.9
SEM	0.208	0.335	0.217
Control (no supplemental of Mn)	2	5.3	3.2
		P value	
Supplemental source of Mn	0.64	0.56	0.6
Supplemental level of Mn	0.0001	0.044	0.0001
Interaction (source × level)	0.55	0.84	0.2
Control vs. Mn proteinate	0.0001	0.0001	0.0001
Control vs. Mn oxide	0.0001	0.0001	0.0001
Control vs. Level of 35 mg added Mn[4]	0.0001	0.0001	0.0001
Control vs. Level of 70 mg added Mn[5]	0.0001	0.0001	0.0001
Control vs. Level of 105 mg added Mn[6]	0.0001	0.0001	0.0001
Control vs. Level of 140 mg added Mn[7]	0.0001	0.0001	0.0001
Quadratic[8]	0.0102	0.914	0.114
Linear[9]	0.0001	0.0001	0.0001

a-d. میانگین‌های هر ستون برای هر عامل و هر اثر که حرف مشترک ندارند، اختلاف معنی‌دار دارند (P <۰/۰۵).

۱. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۳۲ داده است.

۲. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۱۶ داده است.

۳. هر یک از مقادیر موجود، میانگین ۸ داده است.

۴، ۵، ۶ و ۷. سطوح همسان از هر دو منبع منگنز با هم ادغام و با شاهد مقایسه شده‌اند.

۸ و ۹. گروه شاهد و تیمارهای آزمایشی

a-d. The means in a column for each effect with no common superscripts differ significantly (P < 0.05).

1. Each value is the average of 32 birds
2. Each value is the average of 16 birds
3. Each value is the average of 8 birds
4, 5, 6, 7. Similar level of two Mn sources were pooled and compared with control group.
8, 9. Control and experimental treatments

جدول ۷. زیست‌فراهمی نسبی پروتئینات منگنز نسبت به اکسید منگنز خالص با استفاده از تابعیت خطی چندگانه بر پایهٔ محتوای منگنز در استخوان درشت‌نی، کلیه و کبد

Table 7. Relative bioavailability of Mn proteinate with reagent grade of Mn oxide by multiple linear regression based on Mn content in tibia, kidney and liver

Tissue	Mn source	Equation	P value	R^2	Slope ± SE	Relative value[1] %	Confidence limits% lower	Confidence limits% Upper
Tibia	Proteinate	Y=3.166+0.0242 Mn proteinate	0.023	0.75	0.0242+0.00186	101.7	89.8	113.5
	Oxide	+0.0238 Mno			0.0238+0.00189			
Kidney	Proteinate	Y=3.773+ 0.0123 Mn proteinate	0.010	0.44	0.0123+0.0019	91.8	69.4	113
	Oxide	+0.0134 Mno			0.0134+0.0020			
Liver	Proteinate	Y=6.8848+ 0.0077 Mn proteinate	0.010	0.11	0.0077+0.0020	110	44	176
	Oxide	+0.0070 Mno			0.0070+0.0020			

۱. از تقسیم ضریب شیب پروتئینات منگنز بر ضریب شیب اکسید منگنز در هر بافت به‌دست‌آمده است. از بافتی می‌توان به‌عنوان شاخص برای تعیین زیست‌فراهمی (RBV) استفاده کرد که ضریب تبیین (R^2) بالایی دارد.

1. Calculated from the slope coefficient of Mn proteinate to slope coefficient of each tissue. Each of the tissues indexed for relative bioavailability value (RBV) when R^2 was high.

Black *et al.* (1984) با بررسی تأثیر منابع مختلف منگنز بر محتوای منگنز استخوان، کبد و کلیه گزارش کردند که در بین اندام‌های موردبررسی استخوان بالاترین میزان حساسیت به تغیر سطح منگنز جیره را دارد. کلیه و کبد از این نظر در رتبه‌های بعد قرار داشتند. در آزمایش Henry *et al.* (1986) مقادیر زیست‌فراهمی نسبی اکسید منگنز در مقایسه با سولفات منگنز در استخوان، کلیه و کبد به ترتیب ۷۹، ۵۸ و۶۴ درصد تعیین شد. Black *et al.* (1984) گزارش کردند که زیست‌فراهمی نسبی اکسید منگنز نسبت به سولفات منگنز در استخوان و کبد به ترتیب ۵۷ و ۸۴ درصد به هنگام مصرف سطوح بالای منگنز بوده است. Fly *et al.* (1989) زیست‌فراهمی کمپلکس منگنز-متیونین را با اکسید منگنز در جیرهٔ حاوی کازئین بدون فیبر، معادل ۱۳۰درصد و در جیرهٔ حاوی ذرت و ۱۰ درصد کنجالهٔ سویا معادل ۱۷۴ درصد گزارش کردند. Yan & Waldroup (2006) از مقایسهٔ سطوح بالای کیلات منگنز در جیره با ۲ هیدروکسی ۴ اسید بوتانوئیک (۱۰۰-۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، زیست‌فراهمی این منبع آلی را در مقایسه با سولفات منگنز خالص و اکسید منگنز خالص به ترتیب ۱۱۶ و ۱۵۴درصد تعیین کردند. ازاین‌رو شاید دلیل ضریب‌های تبیین پایین در این آزمایش (معادل ۷۵، ۴۴ و ۱۱ درصد به ترتیب برای استخوان، کلیه و کبد) مربوط به سطوح پایین منگنز افزوده‌شده به جیره باشد. Henry *et al.* (1986) گزارش کردند برای تعیین زیست‌فراهمی منابع منگنز در جیره می‌توان از جیرهٔ حاوی سطوح بالای منگنز (بسیار بالاتر از حدود نیاز تعیین‌شده توسط منابع مختلف و یا مقادیر به کار گرفته‌شده در آزمایش‌هایی که از جیرهٔ خالص استفاده کردند) و اندازه‌گیری غلظت منگنز بافت، استفاده کرد. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود برای اطمینان از درستی برآوردهای انجام‌شده در تعیین زیست‌فراهمی منگنز در آزمایش‌ها، بهتر است از سطوح بالای منگنز افزوده‌شده به جیره‌های تجاری استفاده شود.

نتیجه‌گیری کلی

۱. نوع منبع منگنز افزوده‌شده (اکسید و پروتئینات) به جیرهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها تأثیر معنی‌دار نداشت.

۲. با افزایش سطح منگنز جیره، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در سنین اولیه، از معادلهٔ درجهٔ دوم تبعیت کردند.

۳. نوع منبع منگنز افزودنی به جیره بر درصد کلسیم خاکستر استخوان تأثیر معنی‌دار داشت، اما درصد فسفر، کلسیم، خاکستر و قدرت شکنندگی استخوان با افزایش سطح منگنز افزودنی، تحت تأثیر قرار نگرفت.

۴. با افزایش سطح منگنز افزوده‌شده به جیرهٔ ذرت-کنجالهٔ سویا، میزان منگنز درشت‌نی، کبد و کلیه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نوع منبع منگنز افزوده‌شده بر تراکم منگنز بافت‌ها تأثیر معنی‌دار نداشت.

۵. مقادیر زیست‌فراهمی نسبی پروتئینات منگنز در مقایسه با اکسید منگنز خالص با استفاده از جیرهٔ تجاری ذرت–کنجالهٔ سویا در سن ۲۱ روزگی در استخوان و کلیهٔ جوجه‌های گوشتی به ترتیب ۱۰۱/۷ و ۹۱/۸ درصد تعیین شد.

REFERENCES

1. Ammerman, C. B. (1995). Methods for estimation of mineral bioavailability. In: Ammerman C. B., Baker D. H. & Lewis, A. J. (Ed.), *Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acid, Minerals and Vitamins*. Acad. Press, New York, NY. (pp. 83-94).
2. Ao, T., Pierce, J. L., Power, R., Dawson, K. A., Pescatore, A., Cantor, H. A. & Ford, M. J. (2006). Evaluation of Bioplex Zn as an organic zinc source for chicks. *International Journal of Poultry Science*, 9, 808-811.
3. AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. *Association of official Analytical Chemists*. Washington, DC.
4. Berta, E., Andrasofszky, E., Bersenyti, A., Glavits, R., Gaspardy, A. & Fekete, S. Gy. (2004). Effect of inorganic and organic manganese supplementation on the performance and tissue manganese content of broiler chicks. *Acta Veterinaria Hungarica*, 52(2), 199-209.
5. Black, J.R., Ammerman, C.B., Henry, P.R. & Miles, R.D. (1984). Biological availability of manganese sources and effects of high dietary manganese on tissue mineral composition of broiler-type chicks. *Poultry Science*, 63, 1999.
6. Brooks, M.A., Grimes, J.L., Lloyd, K.E., Valdez, F. & Spears, J.W. (2012). Relative bioavailability in chicks of manganese from manganese propionate. *Journal of Apply Poultry Research*, 21, 126-130.
7. Cao, J., Henry, P.R. & Guo, R. (2000). Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic zinc sources for poultry and ruminant. *Journal of Animal Sience*, 78, 2039-2054
8. Cobb-Vantress. (2012). Broiler growth & Nutrition supplement-Cobb 500, Cobb-Vantress. http://www.cobb-vantress.com
9. Fly, A.D., Izquierdo, O.A., Lowry, K.R. & Baker, D.H. (1989). Manganese bioavailability in a Mn-methionne chelate. *Nutrition Research*, 9, 901-910.
10. Henry, P.R., Ammerman, C.B. & Miles, R.D. (1986). Bioavailability of manganese sulfate and manganese monoxide in chicks as measured by tissue uptake of manganese from conventional dietary levels. *Poultry Science*, 65, 983- 986.
11. Leeson, S. (2005). Trace element requirements of poultry- validity of the NRC requirements. In: Taylor-Pickard, J. A. (Ed.), Redefining mineral nutrition. Nottingham university Press, Nottingham UK. (pp. 107-118).
12. Littell, R.C., Henry, P.R., Lewis, A.J. & Ammerman, C.B. (1997). Estimation Of relative bioavailability of nutrient using SAS procedures. *Journal of Animal Sience*, 75, 2672-2683.
13. Manon, A., Cantor, A., Pescatore, A., Ford, M., Gillespie, H. & Daley, M. (2005). Influence of dietary supplementation of organic minerals and phytase on mineral concentration in manure of replacment pullets. *Poultry Science*, 84 (suppl. 1), 85. (Abstr)
14. National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. (9th Ed.). National Academy Press, Washington DC.
15. O'dell, B.L. & Savage, J.E. (1960). Effect of phytic acid on zinc availability. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 103, 304.
16. Pierce, J.L., Shafer, B.L., Power, R. & Dawson, K.A. (2005). Nutritional means to lower trace mineral excretion from poultry without compromising performance. *Poultry Science*, 84(Suppl. 1), 11. (Abstr)
17. Wang, F., Lin, L., Sufen, L., Songbai, L., Liyang, Z., Junhu, Y. & Xugang, L. (2012). Relative Bioavailability of Manganese Proteinate for Broilers Fed a Conventional Corn–Soybean Meal diet. *Biological Trace Element Research*, 146, 181-186.
18. Watson, L.T., Ammerman, C.B., Miller, S.M. & Harms, R.H. (1971). Biological availability to chicks of manganese from different inorganic sources. *Poultry Science*, 50, 1693.
19. Wedekind, K.J., & Baker, D.H. (1990). Zinc bioavailability in feed grade zinc sources. *Journal of Animal Sience*, 68, 684-689.
20. Wedekind, K.J., Hortin, A.E. & Baker, D.H. (1992). Methodology for assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. *Journal of Animal Sience*, 70, 178-187.
21. Yan, F. & Waldroup, P.W. (2006). Evaluation of Mintrex® manganes as a source of manganese for young broilers. *International of Journal Poultry Science*, 5, 708-713.

Iranian Journal of Animal Science, Vol. 47, No. 2, Summer 2016

Comparision of relative bioavailability of Mn proteinate and Mn oxide in young broiler chicks

Masoumeh Gholami[1], Abolghasem Golian[2*], Hassan Kermanshah[3] and Saeed Zerehdaran[4]
1. Ph.D. Student in Poultry Nutrition, International Campus, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2, 3, 4. Professors, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(Received: Jun. 15, 2015 - Accepted: Mar. 9, 2016)

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the relative bioavailability value of Mn proteinate and Mn oxide in broiler chicks. A total of 432 day-old Cobb 500 commercial male broiler chicks were randomly distributed into nine treatments with eight replicate pens of six chicks each. In a completely randomized design experiment with a 2×4 factorial arrangement of two manganese sources (proteinate and reagent grade of oxide) with four levels of supplemental manganese (35, 70, 105 and 140 mg/kg diet) was provided by the use of a basal diet (control). Diets were fed from day one to 21 d of age. Manganese sources did not affect feed intake, body weight gain and feed conversion ratio (FCR), but body weight gain and FCR had a quadratic relationship with supplemental dietary Mn level. Tibia, kidney and liver manganese concentrations increased linearly, with increasing dietary Mn level. Tissue Mn analysis indicated that the tibia response to dietary Mn level was the greatest, followed by kidney and liver organs. The slope ratio regression analysis for tibia manganese content with supplemental manganese level revealed that the relative bioavailability value of manganese proteinate to Mn oxide was 101.7%. Thus, the relative bioavailability of Mn proteinate and Mn oxide was almost similar in this study.

Keywords: Bioavailability, broiler chicks, manganese oxide, manganese proteinate, tibia.

* Corresponding author E-mail: golian-a@um.ac.ir Tel: +98 915 5212687