



کمتر آن در خوراک، حلالیت کم در آب و زیست‌فراهمی بیشتر این منبع عنصر مس می‌باشد [۸]. بازیک‌روی کلراید نیز در آب نامحلول بوده و می‌تواند منبع مناسب عنصر روی برای استفاده در خوراک طیور باشد. تولید این منبع به وسیله فرآیند تبلور به جای ته‌نشینی است که آلودگی یون‌های دیگر را به حداقل می‌رساند، که در نهایت محصولی با خلوص بیشتر و گرد و غبار کمتر به دست می‌دهد [۸].

لذا هدف از این مطالعه، مقایسه سولفات‌روی و هیدروکسی‌کلرایدروی (تترازیک‌زینک‌کلراید) بر اساس زیست‌فراهمی و عملکرد جوجه‌های گوشتی و تعیین بهترین سطح مصرفی هیدروکسی‌کلرایدروی برای جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ۲۱۰ قطعه جوجه یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن ۴۲ گرم، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۵ تکرار و ۶ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شد. تیمارها شامل جیره بدون مکمل روی (کنترل)، جیره‌های حاوی سه سطح سولفات‌روی (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خوراک) و سه سطح هیدروکسی‌کلرایدروی (فراروی) (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خوراک) بودند. جیره‌های آزمایشی بر اساس راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ تنظیم شدند. همچنین براساس گزارشات سازندگان منابع روی، خلوص سولفات‌روی و هیدروکسی‌کلرایدروی استفاده شده در آزمایش به ترتیب ۳۴ و ۵۳ درصد می‌باشد. این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفت. شرایط پرورش برای تمامی پرندگان موجود در آزمایش یکسان بوده و برنامه واکسیناسیون طبق توصیه دامپزشک و شرایط آلودگی منطقه انجام شد. وزن، مصرف خوراک پرندگان در هر واحد آزمایشی در کل دوره پرورش اندازه‌گیری و ضریب تبدیل خوراک کل دوره محاسبه شد. در طول آزمایش تعداد تلفات صفر بود. در پایان دوره پرورش جهت نمونه‌گیری استخوان درشتنی، از هر واحد آزمایشی یک قطعه (جنس نر) که وزن آن به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه نزدیک بود انتخاب شد که پس از کشتار از استخوان درشتنی پای چپ هر پرنده به منظور اندازه‌گیری خاکستر استخوان نمونه‌گیری شد. آماده‌سازی نمونه‌های استخوان جهت اندازه‌گیری درصد خاکستر و مقدار روی با روش AOAC صورت گرفت [۹]. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9/4 و رویه GLM انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح احتمال ۵ درصد ($P < 0/05$) انجام شد. از تقسیم ضریب رگرسیون هر ماده مورد آزمایش بر ضریب رگرسیونی نمونه کنترل، ارزش بیولوژیکی نسبی ماده مورد آزمایش محاسبه شد [۱۰].

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج عملکرد تیمارها را در کل دوره پرورش نشان می‌دهد. تیمار کنترل بیشترین خوراک مصرفی را دارد که به جز با سطح سوم هیدروکسی‌کلرایدروی با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد ($P < 0/05$). در کل دوره پرورش بیشترین افزایش وزن مربوط به سطح ۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسی‌کلرایدروی است که با سطح ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسی‌کلرایدروی و سولفات‌روی اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد ولی اختلاف آن با بقیه تیمارها معنی‌دار است ($P < 0/05$). کل سطوح هیدروکسی‌کلرایدروی و سطح ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات‌روی پایین‌ترین ضریب تبدیل را نسبت به گروه شاهد و تیمار سولفات‌روی ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم دارند ($P < 0/05$). مشابه با نتایج به دست آمده، در پژوهشی مشابه که تیمارهای دریافت‌کننده هیدروکسی‌کلرایدروی و مس در مقایسه با تیمارهای دریافت‌کننده نمک سولفات‌ها این دو عنصر، در دوره آغازین از لحاظ مصرف خوراک، ضریب تبدیل و وزن بدن تفاوتی نداشتند اما در کل دوره تیمار دریافت‌کننده هیدروکسی‌کلرایدروی دارای بهترین ضریب تبدیل بود همچنین سطح ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم هیدروکسی‌کلرایدروی در دوره رشد دارای بیشترین افزایش وزن بود [۱۱]. همچنین در پژوهشی مشابه نیز سطح ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از هیدروکسی‌کلرایدروی دارای بهترین عملکرد بود [۱۲].

مطابق با جدول ۲، زیست‌فراهمی هیدروکسی‌کلرایدروی نسبت به سولفات‌روی براساس میانگین افزایش وزن در کل دوره و مقدار روی موجود در استخوان درشتنی به ترتیب ۳۳۷ و ۱۰۹ درصد محاسبه شد. در مورد نتایج زیست‌فراهمی مطالعه‌ای مشابه و مطابق نتایج به دست آمده زیست‌فراهمی هیدروکسی‌کلرایدروی نسبت به سولفات‌روی بر اساس خاکستر استخوان ۱۰۷ درصد برآورد شده است [۱۳]. همچنین در مطالعه دیگر هیدروکسی‌کلرایدروی نسبت به سولفات‌روی را براساس صفات مختلف بین ۱۱۰ تا ۱۱۹ درصد برآورد



کرده اند [۱۴]. نتایج عملکردی و مقادیر روی استخوان نیز تاییدکننده زیست‌فراهمی بیشتر منبع هیدروکسی‌کلرایدری نسبت به سولفات روی هستند.

جدول ۱. نتایج عملکرد در کل دوره

تیمار	خوراک مصرفی	افزایش وزن	ضیب تبدیل
کنترل	4330 ^a	2234 ^d	1/94 ^a
سولفات روی ۶۰	4036 ^c	2135 ^e	1/89 ^b
سولفات ۹۰	3981 ^c	2291 ^{cd}	1/73 ^c
سولفات ۱۲۰	4053 ^c	2367 ^{abc}	1/72 ^c
هیدروکسی‌کلرایدری ۶۰	4059 ^c	2288 ^{bcd}	1/77 ^c
هیدروکسی‌کلرایدری ۹۰	4195 ^b	2444 ^a	1/72 ^c
هیدروکسی‌کلرایدری ۱۲۰	4263 ^{ab}	2402 ^{ab}	1/77 ^c
P-value	0/03	0/001	0/0001
SEM	30	26	0/03
CV%	12	2/5	4/1

a-c: تفاوت ارقام در هرستون با حروف نامشابه معنی‌دار است.

جدول ۲. مقایسه زیست‌فراهمی هیدروکسی‌کلرایدری با سولفات روی براساس میانگین وزن انتهای دوره پرورش و مقدار موجود در خاکستر استخوان درشتنی

فراسنجه	هیدروکسی‌کلرایدری	سولفات روی	زیست‌فراهمی (درصد)
میانگین وزن انتهای دوره	$Y=1/08X+2241$ $R^2=0/3$	$Y=0/32X+2241$ $R^2=0/21$	337
مقدار روی استخوان درشتنی	$Y=0/0024X+1024$ $R^2=0/78$	$Y=0/0022X+1/24$ $R^2=0/35$	109

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل شده در این مطالعه نشان می‌دهد که هیدروکسی‌کلرایدری منبع مناسبی برای تامین روی جیره جوجه‌های گوشتی نسبت به سولفات روی باشد. با توجه به نتایج عملکردی به نظر می‌رسد سطحی از هیدروکسی‌کلرایدری که ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی جیره را تامین می‌کند، مناسب باشد.

منابع

1. Park, S.Y., Birkhold, S.G., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. and Ricke, S.C., 2004. Review on the role of dietary zinc in poultry nutrition, immunity, and reproduction. *Biological trace element research*, 101, pp.147-163.
2. Salim, H.M., Jo, C. and Lee, B.D., 2008. Zinc in broiler feeding and nutrition. *Avian Biology Research*, 1(1), pp.5-18.
3. Forbes, R.M., 1984, October. Use of laboratory animals to define physiological functions and bioavailability of zinc. In *Federation proceedings* (Vol. 43, No. 13, pp. 2835-2839).



- Georgieva, N.V., Gabrashanska, M., Koinarski, V. and Yaneva, Z., 2011. Zinc supplementation against *Eimeria acervulina*-induced oxidative damage in broiler chickens. *Veterinary Medicine International*, 2011.
- Nguyen, H.T.T., Morgan, N., Roberts, J.R., Wu, S.B., Swick, R.A. and Toghyani, M., 2021. Zinc hydroxychloride supplementation improves tibia bone development and intestinal health of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(8), p.101254.
- Wu, X., Zhu, M., Jiang, Q. and Wang, L., 2020. Effects of copper sources and levels on lipid profiles, immune parameters, antioxidant defenses, and trace element residues in broilers. *Biological trace element research*, 194, pp.251-258.
- Suttle, N.F., 2022. Mineral nutrition of livestock. Cabi.
- Villagómez-Estrada, S., Pérez, J.F., van Kuijk, S., Melo-Durán, D., Karimirad, R. and Solà-Oriol, D., 2021. Effects of two zinc supplementation levels and two zinc and copper sources with different solubility characteristics on the growth performance, carcass characteristics and digestibility of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(1), pp.59-71.
- AOAC Official methods of the association of official analytical chemists. 1990. 15th ed, Washington Dc ,USA.
- Farhadi Javid, S., Moravej, H., Ghaffarzadeh, M. and Esfahani, M.B., 2021. Comparison of zinc sulfate and zinc threonine based on Zn bioavailability and performance of broiler chicks. *Biological Trace Element Research*, 199(6), pp.2303-2311.
- Olukosi, O.A., van Kuijk, S. and Han, Y., 2018. Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*, 97(11), pp.3891-3898.
- Nguyen, H.T.T., Morgan, N., Roberts, J.R., Wu, S.B., Swick, R.A. and Toghyani, M., 2021. Zinc hydroxychloride supplementation improves tibia bone development and intestinal health of broiler chickens. *Poultry Science*, 100(8), p.101254.
- Cao, J., Henry, P.R., Ammerman, C.B., Miles, R.D. and Littell, R.C., 2000. Relative bioavailability of basic zinc sulfate and basic zinc chloride for chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 9(4), pp.513-517.
- Yu, L., Yi, J., Chen, Y., Huang, M. and Zhu, N., 2021. Relative Bioavailability of Broiler Chickens Fed with Zinc Hydroxychloride and Sulfate Sources for Corn-Soybean Meal. *Biological Trace Element Research*, pp.1-12.

Determining the best level of zinc hydroxy chloride nano sheets (tetrabasic zinc chloride) and its bioavailability based on performance and bone ash of broiler chickens

Hossein Moraveg^{1*}, Alireza Ayokpour², Zainab Bromandania³, Fatemeh Saghatchi⁴

1. Full Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

2. PhD student, Department of Poultry Breeding and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

3. PhD student, Department of Animal Science, Lorestan University

4. PhD in Chemistry, Faculty of Chemistry, Zanjan Graduate University of Basic Sciences

* Corresponding author's email: hmoraveg@ut.ac.ir

Abstract

The aim of this study is to determine the best level of zinc hydroxy chloride (tetrabasic zinc chloride) nano sheets (Fararuy®), as third generation of mineral supplements and its bioavailability based on the performance of broiler chickens and bone ash. The study was conducted in a completely randomized design with 210-day-old Ross 308 chicks and seven treatments including control treatment (no zinc supplementation), three levels of zinc sulfate, and zinc hydroxy chloride (40, 80, and 120 mg zinc per kg feed). The results of the total period showed that zinc hydroxy chloride groups had the greatest live weight compared with other treatments and the lowest feed conversion ratio was belonged to 80 and 120 ppm of zinc hydroxy chloride ($p < 0.05$). The bioavailability of zinc hydroxy chloride compared to zinc sulfate was calculated based on the average weight gain in the whole period and the amount of zinc in the tibia, was 337% and 109%, respectively. Therefore,



۹-۸ شهریور ۱۴۰۲
August 30-31, 2023



10th National and
2nd International Animal
Science Congress of Iran

دهمین کنگره ملی و
دومین کنگره بین المللی
علوم دامی ایران

according to the results obtained in this study, it seems that the supply level of 80 mgkg⁻¹ of hydroxy chloride is suitable and recommended..

Keyword(s): Broiler, Bioavailability, Zinc hydroxy chloride, Zinc sulfate