

ВЛИЯНИЕ НА ЦИНКОВ МЕТИОНАТ И ЦИНКОВ СУЛФАТ ВЪРХУ НЯКОИ ПРОДУКТИВНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПИЛЕТА – БРОЙЛЕРИ

София Иванова, Запрянка Шиндарска*, Димитричка Димитрова**,
Валя Дилова***, Маргарита Маринова

Национален диагностичен научноизследователски ветеринарномедицински институт
„Проф. д-р Г. Павлов” – София

* Лесотехнически университет, Факултет по ветеринарна медицина – София

** Тракийски университет, Ветеринарномедицински факултет – Стара Загора

*** „Медика” АД – гр. София

E-mail: sofia_ivanova.com@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Проучено е влиянието на цинков метионат (Zn-Met) и цинков сулфат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) върху някои продуктивни показатели при 15-дневни пилета – бройлери. Изследваните продукти бяха анализирани чрез атомно-абсорбционен метод и имат следния химичен състав: Цинков метионат – 14,6% цинк, 16,6% H_2O и 68,8% метионин; Цинков сулфат хептахидрат – 22,7% цинк. Бяха използвани 56 пилета – бройлери, разделени в 7 групи, по 8 броя в група, които получаваха цинков метионат и цинков сулфат в продължение на 35 дни, в следните концентрации: 60 ppm (I и IV група), 300 ppm (II и V група), 600 ppm (III и VI група) и VII група – контролна. Базисният фураж съдържаше средно $41,54 \pm 1,84$ ppm Zn. Във връзка с поставената цел бяха проведени и реологични изследвания на изпитваните продукти, с оглед проучване на възможностите им за смесване с фуражите.

Най-добър резултат по отношение на реологичните признаци (тъгъл на покой, скорост на течене, фактор на Хауснер) показа цинковият метионат, като при използването му като фуражна добавка при пилета – бройлери беше наблюдавано увеличаване на теглото и по-добро усвояване на фуража, в сравнение с цинковия сулфат. С най-висока консумация на фураж бяха пилетата от контролната група (3,771 kg/пиле), а с най-ниска – птиците, получавали цинков метионат в доза 60 ppm (3,641 kg/пиле). Резултатите за приетия фураж (средно дневно от пиле) са аналогични на общата консумация. Приетата енергия (средно дневно от пиле) в различните групи беше в границите 283–293 kcal, а приетият протеин – 22,18–23,04 g/kg. Крайното тегло беше в границите от 1,811 kg (за контролната група) до 1,995 kg за тази, получавала ниска концентрация цинков метионат (60 ppm). Най-високо тегло на трупа беше наблюдавано при I група (Zn-Met 60 ppm) – 1,282 kg, а най-ниско – при VII група (контрола) – 1,134 kg.

Ключови думи: пилета – бройлери, цинк, цинков метионат, цинков сулфат, тегловно развитие, прираст

INFLUENCE OF THE ZINC METHIONATE AND ZINC SULPHATE ON SOME PRODUCTION INDICATORS IN BROILER CHICKENS

S. Ivanova, Z. Shindarska*, D. Dimitrova**, V. Dilova***, M. Marinova

National Diagnostic and Research Veterinary Medical Institute, Non-infection Diseases Unit Sofia

*University of Forestry, Faculty of Veterinary Medicine – Sofia

**Trakia University, Faculty of Veterinary Medicine – Stara Zagora

***Medica AD – Sofia

E-mail: sofia_ivanova.com@abv.bg

ABSTRACT

The study is influence of zinc methionate (Zn-Met) and zinc sulphate heptahydrate ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) on some productive indicators in broiler chickens of 15-days old.

The studied products were analysed by atomic absorption method and have a chemical composition as follows: Zinc methionate – 14.6% zinc, 16.6% H_2O and 68.8% methionine; Zinc sulphate heptahydrate – 22.7% zinc. Fifty-six broiler chickens were used, divided in 7 groups of 8 birds in the group, which received zinc methionate and zinc sulfate for 35 days at the following concentrations: 60 ppm (I and IV group), 300 ppm (II and V group), 600 ppm (III and VI group) and VII group – a control. The base feed contained an average of 41.54 ± 1.84 ppm Zn. In connection with the target were held and rheological studies of investigational products with a view to exploring their options for mixing with feed.

The best results in terms of rheological signs (angle of repose, flow rate, Hausner's factor) showed zinc methionate by its use as a feed additive for broiler chickens was observed increase in weight gain and better feed conversion in compared with zinc sulphate. With the highest feed consummation were chickens in the control group (3.771 kg/chicken), and with the lowest – birds, receiving zinc methionate, at a dosage of 60 ppm (3.641 kg/chicken). The results of ingested fodder (average daily from chicken) are analogous to the total consummation. The adopted energy (average per day from chicken) in the different groups was in the range of 283–293 kcal, a adopted protein – 22.18–23.04 g/kg. The final weight was in the range of 1.811 kg (the control group) to 1,995 kg for the group, which received a lower concentration of zinc methionate (60 ppm). Highest carcass weight was observed in I group (Zn-Met 60 ppm) – 1.282 kg, and the lowest – in VII group (control) – 1.134 kg.

Key words: broiler chickens, zinc, zinc methionate, zinc sulphate, weight development, growth

Цинкът е биоелемент, жизнено необходим за нормалното функциониране на всички клетки, органи и системи в организма на растенията (Broadley et al., 2007), животните (Nys et al., 1999) и човека (Prasad, 2008). Голямо е значението му за всички видове животни, особено за бързорастящите, каквито са свинете и пилетата – бройлери. Активно участва в метаболитните процеси; в катализирането на над 200 ензима; стимулира процесите на синтез и разграждане на въглехидратите, мазнините, протеините и нуклеиновите киселини (Kaim & Schwederski, 1994). При новите технологии на хранене и отглеждане на птиците, те са лишени от свободен достъп до околната среда, което налага във фуража да се добавят всички необходими витамини и минерални вещества. Установено е, че недостигът на цинк при продуктивните животни се проявява с намалено оползотворяване на фуража, загуба на апетит, изоставане в растежа и развитието, изкривяване

на гръбначния стълб, структурни аномалии (Kienholz et al., 1961), потискане на имунитета и възникване на бактериемия при пилета (Kidd et al., 1994). Тежкия цинков недостиг може да доведе дори и до смърт (Mohanna & Nys, 1999). За първи път Roberson & Schaible (1958) обсъждат потребностите от цинк при пилетата – бройлери, като приемат за оптимална концентрация във фуража – 30 ppm. Rossi (2007) установява, че нуждата от цинк при пилетата е 105 mg/kg, а Vieira (2013) – 100 mg/kg. Според NRC (1994) потребностите на пилетата от цинк са 40 mg/kg и не би следвало да превишават 125 mg/kg (Маринов, 2011). Според други автори (Bao et al., 2009) органичните цинкови съединения трябва да се предоставят на бройлерите в количество, различно за отделните възрастови групи, а именно 58 mg/kg при възраст (1–14) дни и 68 mg/kg при 14–35-дневна възраст. Под формата на минерални добавки във фуражното производство се използват редица неорганични

соли на цинка – цинков сулфат, цинков окис, цинков карбонат, цинков хлорид.

През последните 30 години в науката и практиката са разработени и внедрени множество органични соли на микроелементите, които имат редица предимства, изразени в по-добра хомогенизация и, приложени в съответната доза, са с по-малък риск за замърсяване на околната среда.

Имайки предвид тези особености на органичните соли на цинка, спрямо неорганичните, с настоящата разработка си поставихме за цел да бъде сравнено влиянието на цинков метионат и цинков сулфат хептахидрат върху някои продуктивни показатели при пилета – бройлери. Определихме и някои реологични признаци, с цел проучване на възможностите за хомогенизирането на изпитваните продукти с фуражите.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Използваните методи, относно определяне на реологичните признаци, са проведени в съответствие с монографиите в European Pharmacopoeia 7.0. Edn. (2008). В настоящето изследване бяха включени 56 пилета – бройлери на 15-дневна възраст, 4-линеен хибрид Cobb-500, по равно от двата пола и изравнени по тегло, по метода на аналозите. Птиците бяха отглеждани в групи по 8 броя и получаваха изследваните цинкови съединения в следните дози: (I група – 60 ppm Zn-Met, II група – 300 ppm Zn-Met, III група – 600 ppm Zn-Met, IV група – 60 ppm ZnSO₄, V група – 300 ppm ZnSO₄, VI група – 600 ppm ZnSO₄ и VII група – контрола). Птиците бяха поставени в метални клетки, при температура на въздуха 22–24 °C и влажност 52%. Помещението беше с подходящо осветление, вентилация и с възможност за контрол и оптимизиране на температурата. Пилетата – бройлери бяха хранени с концентрирана смеска (без добавен цинк), произведена от Фуражен завод „Провими” – София, табл. 1. В състава на комбинирания фураж не участваха нежелани субстанции, което е в съответствие

със законодателството на Европейския съюз и Република България, с Regulation № 10 of 3 April 2009.

По време на експеримента, на птиците беше осигурен постоянен достъп до храна и вода, като консумацията на фураж се кон-

Таблица 1. Състав на комбинирания фураж за пилета – бройлери

Table 1. Composition of the compound feed for broiler chickens

Компоненти (Components)	%
Царевица (Corn)	42,1375
Пшеница (Wheat)	15,0
Соев шрот – 46% СП (Soybean meal – 46% crude protein)	30,0
Слънчогледов шрот – 34% СП (Sunflower meal – 34% crude protein)	3,00
Сънпро – 45% СП (Sanpro – 45% crude protein)	3,00
Слънчогледово масло (Sunflower oil)	3,000
Ендокс (Endox) – 0,0125%	0,0125
Креда (Chalk) – 37% Ca	0,90
Дикалциев фосфат (Dicalcium phosphate)	1,80
Лизин (Lysine) – 98%	0,20
Сол (Salt)	0,250
Натриев бикарбонат (Sodium bicarbonate)	0,250
Коксидин (Coxidin)	0,050
Микроелементен премикс (Trace element premix)	0,20
Витаминен премикс (Vitamin premix)	0,20
Хранителни показатели (Nutritional parameters)	
Суров протеин (Crude protein), g/kg	213,31
Сурови мазнини (Crude fat), g/kg	54,89
Сурови влакнини (Crude fibre), g/kg	41,08
Сурова пепел (Crude ash), g/kg	61,43
Ca, g/kg	8,90
P, g/kg	7,57
Влага (Moisture), g/kg	110,38
Zn, mg/kg	41,54
Обменна енергия – бройлери, kcal/kg (Metabolizable energy – broiler chickens, kcal/kg)	2717,23

тролираше ежедневно, а тегловното развитие – на 15^{-ия} и 35^{-ия} ден. Изпитваният продукт (цинков метионат) беше синтезиран в катедрата по Органична химия при Химико-технологичния и металургичен университет – София, и е със следния химичен състав: 14,6% цинк, 16,6% H₂O и 68,8% метионин, анализиран чрез атомно-абсорбционен метод. За сравнение беше използван цинков сулфат хептахидрат, съдържащ 22,7% Zn, с молекулна маса 287,54 g/mol.

Съдържанието на цинк в базисния фураж беше средно 41,54 ± 1,84 ppm, съгласно БДС EN 14082:2003. Пробите бяха анализирани посредством използването на атомно-абсорбционен спектрофотометър “Perkin Elmer” 3030 (САЩ), с пламък ацетилен-въздух, при дължина на вълната $\lambda = 213,9$ nm.

Профилактично на 10^{-ия} и 25^{-ия} ден от началото на експеримента, в 3 последователни дни, пилетата бяха третираны чрез водата за пиене с продукта Bioselet E – oral solution (състав в 1 ml: Natrii selenis – 0,6 mg; Vitamin E – 25,0 mg), на фирма „Биовет”, в доза 0,2 ml/l вода.

След приключване на експеримента (на 35^{-ия} ден бяха закланы по 5 птици от всяка група,

на които беше проведен клиничен анализ, включващ: жива маса преди клане, маса на трупа (без вътрешности). Пилетата – бройлери бяха евтаназираны чрез екссангвинация, съгласно Regulation № 15 of 3 February 2006.

Резултатите бяха обработени статистически, посредством използването на два различни метода – параметричен (One way ANOVA) и непараметричен (Mann-Whitney U test).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Сравнителните реологични изследвания са представени в табл. 2. От нея става ясно, че най-добър резултат по отношение на реологичните признаци (ъгъл на покой и фактор на Хауснер) показва цинковият метионат. Признакът скорост на течене се установяваше само при цинковия метионат – 3,03 g/ml.s. Цинковият сулфат не течеше свободно. Този резултат най-вероятно се дължи на високите стойности на признака загуба при сушене, съответно 32,0%. Насипната плътност беше по-ниска при метионата – 0,69 g/ml, в сравнение със сулфата 0,78 g/ml. От размера на частиците до голяма степен зависят кохезията,

Таблица 2. Сравнителни реологични признаци на цинков метионат (Zn-Met) и цинков сулфат (ZnSO₄·7H₂O)

Table 2. Comparative rheological signs of zinc methionate (Zn-Met) and zinc sulphate (ZnSO₄·7H₂O)

Признаци (Signs)	Цинков метионат Zn-Met	Цинков сулфат хептахидрат ZnSO ₄ ·7H ₂ O
Маса (Weight), g	100	100
Насипен обем преди третиране V ₀ (ml/g) (Saturated volume before jarring)	1,45	1,39
Насипна плътност P ₀ (g /ml) (Bulk density)	0,69	0,78
Насипен обем след третиране V _t (ml/g) (Saturated volume after jarring)	1,20	1,06
Насипна плътност след третиране P _t (g/ml) (Bulk density after jarring)	0,83	0,94
Фактор на Хаустнер (Hausner factor)	1,21	1,22
Ъгъл на покой / Angle of repose (°)	37,9	70,5
Скорост на течене / Flow rate (g/ml.s)	3,03	Не тече
Загуба при сушене / Loss on drying (%)	0,078	32,0

адхезията, както и поведението при течене. По-добрите реологични признаци на цинковия метионат биха осигурили по-равномерното му разпределение при смесване с фуража на животните. Съществува връзка между реологичните резултати и данните от публикувано наше изследване, относно по-добрата резорбция и по-бързото достигане на максимална серумна концентрация на цинковия метионат, в сравнение с цинковия сулфат при пилетата – бройлери (Ivanova et al., 2014).

Консумацията на фураж, енергия и протеин са представени в табл. 3. От нея се вижда, че с най-висока консумация на фураж са пилетата от контролната група (3,771 kg/пиле), а с най-ниска – птиците, получавали цинков метионат, в доза 60 ppm (3,641 kg/пиле). Беше отчетено, макар и незначително намаляване на консумацията на фураж при пилетата, получавали цинков метионат, спрямо тези, получавали цинков сулфат, при еднакви концентрации. Подобни на нашите резултати са

публикувани от Jahanian et al. (2008), които установяват намален прием на фураж при пилета – бройлери, третирани с цинков метионат и цинков лизин, в дози 80 ppm и 120 ppm, спрямо тези, третирани със същата доза $ZnSO_4$. Получените от нас резултати могат да бъдат обяснени и с по-голямата усвояемост на органичните соли пред неорганичните. Сулфатите, от друга страна, са добре разтворими във вода, което води до образуването на голямо количество свободни радикали. Тази реакция може да предизвика разграждане на мазнините и намаляване на хранителната стойност на приетия фураж (Batal et al., 2001). Друга причина за намалената консумация на фураж могат да бъдат и влошените вкусови качества, дължащи се на добавянето на сулфатни соли (NRC, 1987). Резултатите за среднодневната консумация на фураж от пиле са аналогични на общата консумация. Приетата енергия средно дневно от пиле, в различните групи, беше в границите 283–

Таблица 3. Консумация и разход на фураж, kg прираст на пилета – бройлери, третирани с цинков метионат (Zn-Met) и цинков сулфат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Table 3. Consumption and an expense of feed, kilogram of growth in broiler chickens treated with zinc methionate (Zn-Met) and zinc sulphate ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Групи Groups	Консумация на фураж общо за периода на пиле, kg Feed intake per chicken in the period, kg	Консумация на фураж средно дневно от пиле, kg Feed intake per chicken at a daily average basis, kg	Консумация на енергия средно дневно от пиле, kcal Energy accepted by a chicken at a daily average basis, kcal	Консумация на протеин средно дневно от пиле, g/kg Protein accepted by a chicken at a daily average basis, g/kg	Разход на фураж, kg/kg прираст Feed conversion ratio kg/ growth, kg
I 60 ppm Zn-Met	3,641	0,104	283	22,18	2,033
II 300 ppm Zn-Met	3,668	0,105	285	22,39	2,176
III 600 ppm Zn-Met	3,672	0,105	285	22,39	2,240
IV 60 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	3,717	0,106	288	22,61	2,181
V 300 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	3,744	0,107	291	22,82	2,266
VI 600 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	3,676	0,105	285	22,39	2,240
Контрола Control group	3,771	0,108	293	23,04	2,338

293 kcal, а консумацията на протеин – 22,18–23,04 g/kg, като разликите между групите не бяха значителни.

Не бяха наблюдавани значими различия и по отношение оползотворяването на фуража. По-добра беше конверсията на фуража при пилетата – бройлери, третирани с органични цинкови съединения, в сравнение с птиците, третирани с неорганичните соли, с изключение на високата доза (600 ppm), където оползотворяването на фураж беше изравнено. Най-ефективно оползотворяване на фураж беше установено при пилетата, получавали цинков метионат в концентрация 60 ppm (2,033 kg), а най-неефективно – при контролната група (2,338 kg).

Тегловното развитие и прирастът на пилетата – бройлери са включени в табл. 4. От нея се вижда, че на 15-ия ден от началото на клиничния експеримент масата на животните е в границите 0,744–0,828, и е най-висока при пилетата, получавали Zn-Met в доза 600 ppm. Установена беше статистически значима разлика ($p < 0,05$) между III и VI гр., получавали

съответно Zn-Met 600 ppm и ZnSO₄ 600 ppm. Масата на пилетата – бройлери на 35-ия ден беше в границите от 1,811 kg за контролната група до 1,995 kg за групата, получавала ниска концентрация цинков метионат (60 ppm). Подобни резултати, относно увеличаване на телесната маса при използване на органични цинкови соли, в сравнение с неорганичните, са докладвани и от Tactacan (2001). При приключване на експеримента по-ниска маса беше установена при пилетата, получавали цинкови съединения във високи концентрации (600 ppm), спрямо пилетата, получавали по-ниски дози. Сходни с нашите резултати са докладвани от Persia et al., (2003), които установяват намаляване на живата маса при пилета, третирани посредством фуража с цинк, в количество 1000 ppm.

Масата на трупа следваше тенденцията, която беше наблюдавана при индивидуалното тегловно развитие – табл. 5. Най-висока маса на трупа беше наблюдавана при I група (Zn-Met 60 ppm) – 1,282 kg, а най-ниска при VII (контролна група) – 1,134 kg. Между тези

Таблица 4. Тегловно развитие на пилета – бройлери, третирани с цинков метионат (Zn-Met) и цинков сулфат (ZnSO₄·7H₂O) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Table 4. Weight development of broiler chickens treated with zinc methionate (Zn-Met) and zinc sulphate (ZnSO₄·7H₂O) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Групи Groups	Жива маса в началото на експеримента (0-ия ден) Initial body weight (0 day)	Жива маса на 15-тия ден, kg Body weight on the 15 th day of the test (kg)	Жива маса в края на експеримента, kg (35-ия ден) Body weight at the end of the test, kg (35 th day)
I (60 ppm Zn-Met)	0,204 ± 0,010	0,799 ± 0,020	1,995 ± 0,045
II (300 ppm Zn-Met)	0,199 ± 0,009	0,759 ± 0,028	1,885 ± 0,064
III (600 ppm Zn-Met)	0,197 ± 0,006	0,828 ± 0,026 u_1	1,836 ± 0,093
IV (60 ppm ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0,197 ± 0,015	0,765 ± 0,036	1,901 ± 0,072
V (300 ppm ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0,206 ± 0,011	0,759 ± 0,012	1,858 ± 0,037
VI (600 ppm ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0,203 ± 0,009	0,744 ± 0,011 u_1	1,844 ± 0,062
Контрола (Control group)	0,198 ± 0,011	0,771 ± 0,022	1,811 ± 0,082

Статистически значима разлика между III и VI група, изчислена по непараметричния метод Манн-Уитни U-test: u_1 – при $p < 0,05$.

Statistically significant difference between III and VI group calculated through the non-parametric method Mann-Whitney U test: u_1 - at $p < 0.05$.

Таблица 5. Кланични показатели при пилета – бройлери, третирани с цинков метионат (Zn-Met) и цинков сулфат ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Table 5. Slaughter parameters in broiler chickens treated with zinc methionate (Zn-Met) and zinc sulphate ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Групи Groups	Тегло преди клане, kg Weight before slaughter, kg	Тегло труп, kg Carcase weight, kg
I (60 ppm Zn-Met)	1,995 ± 0,045	1,282 ± 0,028 u_2, a_1
II (300 ppm Zn-Met)	1,885 ± 0,064	1,263 ± 0,044 u_1, a_1
III (600 ppm Zn-Met)	1,836 ± 0,093	1,255 ± 0,051 a_1
IV (60 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	1,901 ± 0,072	1,268 ± 0,064
V (300 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	1,858 ± 0,037	1,238 ± 0,021 u_2, a_2
VI (600 ppm $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	1,844 ± 0,062	1,206 ± 0,009 u_2, a_2
Контрола (Control group)	1,811 ± 0,082	1,134 ± 0,013

Статистически значима разлика спрямо контролната група, изчислена по непараметричния метод Mann-Whitney U-test: u_1 – при $p < 0,05$; u_2 – при $p < 0,01$.

Statistically significant difference compared to the control group calculated through the non-parametric method Mann-Whitney U test; u_1 – at $p < 0.05$; u_2 – < 0.01 .

Статистически значима разлика спрямо контролната група, изчислена по параметричния метод One-way ANOVA: a_1 – при $p < 0,05$; a_2 – при $p < 0,01$.

Statistically significant difference compared to the control group calculated through the parametric method One-way ANOVA; u_1 – at $p < 0.05$; u_2 – < 0.01 .

две групи беше наблюдавана и статистически значима разлика ($p < 0,01$). При пилетата – бройлери, получавали органичен цинков продукт, беше наблюдавана по-висока маса, в сравнение с тези, получавали неорганична сол.

ИЗВОДИ

- Стойностите на реологичните признаци (ъгъл на покой, скорост на течене, фактор на Хауснер) са по-благоприятни при цинковия метионат, в сравнение с цинковия сулфат, което е предпоставка за по-доброто му хомогенизиране с фуража.

- По-висока маса на трупа се наблюдава при пилетата – бройлери, получавали цинков метионат, в сравнение с пилетата, получавали цинков сулфат.

- Най-висока маса на трупа беше отчетена при пилетата – бройлери, получавали Zn-Met в доза 60 ppm – (1,282 kg), а най-ниска – при пилетата – бройлери от контролната група – (1,134 kg).

- По-ефективна конверсия на фураж се наблюдава при пилетата – бройлери, получавали органичен цинков метионат, в сравнение с пилетата, получавали неорганичен цинков сулфат.

- Най-ефективен прираст беше установен при използването на цинков метионат в доза 60 ppm.

ЛИТЕРАТУРА

Batal, A. B., T. M. Parr, D. H. Baker, 2001. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed soy concentrate diet. Poultry Science, 80, pp. 87-90

- Bao, Y. M., M. Choct, P. A. Iji, K. Bruerton**, 2009. Optimal dietary inclusion of organically complexed zinc for broiler chickens. *British Poultry Science*, 50, pp. 95-102
- Broadley, M. R., P. J. White, J. P. Hammond, I. Zelko, A. Lux**, 2007. Zinc in plants. *New Phytologist*, 173, pp. 677-702
- Ivanova, S., D. Dimitrova, M. Petrichev, L. Parvanova, G. Kalistratov, L. Vezenkov**, 2014. Pharmacokinetics of some inorganic and organic zinc compounds in broiler chickens. *Agricultural Science and Technology*, 6, pp. 267-270
- Jahanian, R., H. N. Moghaddam, A. Rezaei**, 2008. Improved Broiler Chick Performance by Dietary Supplementation of Organic Zinc Sources. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21, pp. 1348-1354
- Kaim, W., B. Schwederski**, 1994. *Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life*. John Wiley & Sons Ltd, England, 401.
- Kienholz, E. W., D. E. Turk, M. L. Sunde, W. G. Hoekstra**, 1961. Effects of zinc deficiency in the diets of hens. *Journal of Nutrition*, 75, pp. 211-221
- Kidd, M. T., M. A. Qureshi, P. R. Ferket, L. N. Thomas**, 1994. Dietary zinc-methionine enhances mononuclear-phagocytic function in young turkeys. *Biological Trace Element Research Journal*, 42, pp. 217-229
- Marinov, B.**, 2011. Contemporary Aspects to assess the nutritional value of the raw materials for compound feed. *Feed and Feeding*, 11, pp. 8-24 (BG)
- Mohanna, C., Y. Nys**, 1999. Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens. *British Poultry Science*, 40, pp. 108-114
- Nys, U., M. T. Hincke, J. L. Arias, J. M. Garcia-Ruiz, S. E. Solomon**, 1999. Avian egg shell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10, pp. 143-166
- Persia, M. E., C. M. Parsons, D. H. Baker**, 2004. Amelioration of oral copper toxicity in chicks by dietary additions of ascorbic acid, cysteine and zinc. *Nutrition Research*, 23, pp. 1709-1718
- Prasad, A. S.**, 2003. Zinc deficiency: Has been known of for 40 years but ignored by global health organisations. *British Medical Journal*, 326, pp. 409-410
- Roberson, R., P. J. Schaible**, 1958. The zinc requirement of the chick. *Poultry Science*, 37, pp. 1321-1323
- Rossi, P., F. Rutz, M. A. Ancuti, J. L. Rech, N. H. F. Zauk**, 2007. Influence of Graded Levels of Organic Zinc on Growth Performance and Carcass Traits of Broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16, pp. 219-225
- Tactacan, G. B.**, 2001. Inorganic and proteinated trace minerals in broiler and layer diets. Master's Thesis. University of the Philippines Los Baños, Laguna.
- Vieira, M. M., A. M. L. Ribeiro, A. M. Kessler, M. L. Moraes, M. A. Kunrath, V. S. Ledur**, 2013. Different Sources of Dietary Zinc for Broilers Submitted to Immunological Nutritional and Environmental Challenge. *The Journal of Applied Poultry Research*, 22, pp. 855-861
- European Pharmacopoeia 7.0. Edn., 2008. Bulk Density and Tapped Density of Powders – 2. 9. 34 and Powders Flow – 2. 9. 36.
- NRC (National Research Council) – 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. In 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC (National Research Council) – 1987. *Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals*. In National Academy Press, Washington, DC.
- Regulation № 10 of 3 April 2009. For maximum permissible concentrations of undesirable substances and products in the feed (BG).
- Regulation № 15 of 3 February 2006. For minimum requirements for the protection and humane treatment of experimental animals and requirements to objects for use, growing and / or their delivery (BG).