



ผลของการเสริมสังกะสีไฮดรอกซีคลอไรด์ต่อสมรรถภาพการผลิต และการสะสมแร่ธาตุสังกะสีในไก่เนื้อ

อรอนงค์ ขวลิตจินดา¹ อรประพันธ์ ส่งเสริม¹ ขุนพล พงษ์มณี¹ และยูเรศ เรืองพานิช^{1,*}

¹ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ: การทดลองนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของชนิดและระดับการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่แตกต่างกันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และการสะสมแร่ธาตุสังกะสีในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ ที่อายุ 1 วัน จำนวน 1,540 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ที่มีการจัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 2 แฟคทอเรียล (Factorial in Completely Randomized Design) ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ แร่ธาตุสังกะสี 2 ชนิดคือ สังกะสีออกไซด์ (ZnO) และสังกะสีไฮดรอกซีคลอไรด์ (ZnOHCl) และระดับของแร่ธาตุสังกะสี 2 ระดับคือ 50 และ 100 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) ทำการสุ่มไก่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 11 ซ้ำ ซ้ำละ 35 ตัว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 35 วัน อาหารทดลองไม่มีการใส่ยาปฏิชีวนะและยากันบิด จากผลการศึกษาลดระยะเวลาการทดลองไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและระดับของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีต่อสมรรถภาพการผลิต และการสะสมแร่ธาตุในไก่เนื้อ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าปัจจัยด้านระดับของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ 100 ppm ส่งผลให้ปริมาณการกินของไก่เนื้อสูงกว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รวมถึงมีอัตราการตายสูงขึ้น ($P<0.05$) และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ด้อยลง ($P<0.05$) ทางด้านอิทธิพลของชนิดแร่ธาตุสังกะสีพบว่า การเสริม ZnOHCl มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัว ($P=0.0914$) อัตราการเลี้ยงรอด ($P=0.0591$) และการสะสมแร่ธาตุสังกะสีในตับเพิ่มสูงขึ้น ($P=0.0517$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ ZnO จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการเสริม ZnOHCl สามารถช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิต โดยการเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ ลดอัตราการตาย และเพิ่มปริมาณแร่ธาตุสังกะสีที่สะสมในตับได้

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ สังกะสีไฮดรอกซีคลอไรด์ สังกะสีออกไซด์ สมรรถภาพการผลิต การสะสมแร่ธาตุสังกะสี

#ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2564. 16(1): 11-21.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

Effect of Zinc Hydroxychloride Supplementation on Growth Performance and Zinc Deposition in Broiler Chickens

Onanong Chawalitjinda¹, Ornprapun Songserm¹, Koonphol Pongmanee¹,
and Yuwares Ruangpanit^{1,#}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,
Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

Abstract: This study aimed to investigate the effect of source and level of zinc on growth performance and mineral deposition of broilers. One-day-old male broiler chicks (n = 1540; Ross 308) were divided into four dietary treatments using factorial in a completely randomized design with 2 sources of zinc (ZnO and ZnOHCl) and level of zinc (50 and 100 ppm) in the diets. Each treatment consisted of 11 replications with 35 birds per replication. All diets were formulated with no growth promoter and coccidiostat supplementation. The results showed no significant interaction source and level of zinc on overall growth performance (0–35 DOA), carcass quality and mineral deposition ($P>0.05$). However, birds fed diets containing 100 ppm zinc had a significantly higher feed intake ($P<0.05$), significantly higher mortality ($P<0.05$) and higher FCR ($P<0.05$) when compared to 50 ppm of zinc supplementation. The supplementation of ZnOHCl tended to increase body weight gain ($P=0.0914$), to reduce mortality rate ($P=0.0591$) and to enhance zinc deposition in the liver ($P=0.0517$). It can be concluded that feeding diets with ZnOHCl improved the production performance of broilers by increase body weight gain, reduced mortality, and enhanced zinc deposition in the liver.

Keywords: Broiler, Zinc Hydroxychloride, Zinc oxide, Growth performance, Zinc deposition

[#]Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2021 16(1): 11-21.

E-mail address: agryos@ku.ac.th

บทนำ

แร่ธาตุสังกะสีถูกใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ เนื่องจากเป็นแร่ธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์ เช่น กระตุ้นการเจริญเติบโต การพัฒนาของกล้ามเนื้อ การสังเคราะห์โปรตีน และการแสดงออกทางพันธุกรรมของสัตว์ (Li et al., 2006) ทั้ง

ยังมีผลต่อการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) (Chabosseau and Guy, 2016) และฮอร์โมนเกรลิน (ghrelin) หรือ “Hunger signal” ที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้ของสัตว์ (Yin et al., 2009) นอกจากนั้นแร่ธาตุสังกะสียังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ต่างๆ (metalloenzyme) เช่น ซูเปอร์ออกไซด์

ดิสมิวเทส (superoxide dismutase, SOD) ที่ใช้ในการต้านอนุมูลอิสระก่อให้เกิดผลในด้านการช่วยลดความเครียดอันเกิดจากสภาพอากาศร้อน (heat stress) อีกด้วย (Underwood and Suttle, 2004)

แร่ธาตุสังกะสีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์โดยทั่วไปอยู่ในรูปแบบแร่ธาตุอนินทรีย์ เช่น สังกะสีออกไซด์ (ZnO) และสังกะสีซัลเฟต (ZnSO₄) เนื่องจากมีราคาถูกและมีความเข้มข้นที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอินทรีย์ แต่เนื่องจากแร่ธาตุอนินทรีย์มีคุณสมบัติที่ละลายในน้ำได้สูง ทำให้เกิดปฏิกิริยากับวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดในอาหารได้ง่าย อีกทั้งมีความสามารถในการละลายในสารละลายกรดได้ต่ำ ทำให้เกิดการแตกตัวได้น้อยในกระเพาะและทางเดินอาหารส่วนต้น จึงถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ในอัตราที่ต่ำ จึงส่งผลต่อความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ในตัวสัตว์ที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้ต้องเสริมแร่ธาตุอนินทรีย์ในอาหารในปริมาณที่สูง เพื่อให้ได้รับแร่ธาตุตรงตามความต้องการของสายพันธุ์ ซึ่งก่อให้เกิดการขับทิ้งสู่สภาพแวดล้อมในปริมาณสูงขึ้นมา จึงได้มีการศึกษาการใช้แร่ธาตุสังกะสีในรูปของไฮดรอกซีคลอไรด์ (ZnOHCl) เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีคุณสมบัติทางด้านการละลายในน้ำได้ต่ำ ส่งผลต่อการเพิ่มความคงตัวในสภาวะแวดล้อมทั่วไปได้ดี และเกิดปฏิกิริยากับวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ที่อยู่ในอาหารสัตว์ได้น้อยลง ทั้งยังมีคุณสมบัติในการละลายได้สูงในสภาวะที่เป็นกรด (Cao et al., 2000) ส่งผลให้เกิดการแตกตัวที่กระเพาะอาหารได้ดี ทำให้การดูดซึมแร่ธาตุสังกะสีเข้าสู่ตัวสัตว์สูงขึ้น และพบว่าสามารถถูกนำไปใช้ได้ในไก่เนื้อถึง 102% เมื่อเทียบกับสังกะสีซัลเฟต (Batal et al., 2001) และสามารถส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อให้สูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้แร่ธาตุสังกะสีในรูปแบบ ZnOHCl และ ZnO ในระดับที่แตกต่างกันในอาหารไก่เนื้อ ที่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และปริมาณการสะสมแร่ธาตุสังกะสี

เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตไก่เนื้อต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีการทดลอง

การศึกษาใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 1,540 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ที่มีการจัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 2 แพคทอเรียล แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 11 ซ้ำ ซ้ำละ 35 ตัว ทำการทดลองในโรงเรือนระบบปิด ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) ขนาดคอก 1.5 x 2 เมตร ความหนาแน่น 11-12 ตัวต่อตารางเมตร ใช้แถบเป็นวัสดุรองพื้น

อาหารทดลองที่ใช้เป็นอาหารอัดเม็ดที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส ที่มีข้าวโพด กากถั่วเหลือง และข้าวสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก โดยคำนวณให้อาหารทดลองมีระดับโปรตีน และพลังงานที่ได้รับเท่ากันทุกกลุ่ม มีองค์ประกอบโภชนาตามมาตรฐานที่สายพันธุ์กำหนด (Ross 308 broiler, 2014) ซึ่งประกอบด้วยอาหาร 3 ระยะ ได้แก่ อาหารไก่เล็ก (starter diet) สำหรับไก่อายุ 1-10 วัน อาหารไกรุ่น (grower diet) สำหรับไก่อายุ 11-28 วัน และอาหารไกรยะก่อนส่งตลาด (finisher diet) สำหรับไก่อายุ 29-35 วัน (Table 1)

โดยการศึกษาแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม (treatment combination) โดยทำการเติมแร่ธาตุสังกะสี 2 ชนิด คือ ZnO และ ZnOHCl ที่มีปริมาณความเข้มข้นของแร่ธาตุสังกะสีที่ 80% และ 55% ตามลำดับ ลงในอาหารควบคุม เพื่อให้ได้ระดับความเข้มข้นของแร่ธาตุสังกะสี 2 ระดับ คือ 50 ppm และ 100 ppm ดังนั้น กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม เสริม Zn 50 ppm จาก ZnO กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุม เสริม Zn 100 ppm จาก ZnO กลุ่มที่ 3 อาหารควบคุม เสริม Zn 50 ppm จาก ZnOHCl กลุ่มที่ 4 อาหารควบคุม เสริม Zn 100 ppm จาก ZnOHCl

Table 1 Ingredients and nutrition composition of basal diets (per 100 kg feed)

Ingredients	Starter	Grower	Finisher
Corn	53.19	50.61	49.50
Wheat (10.2% CP)	5.00	10.00	15.00
Soybean meal (48.7% CP)	31.74	26.34	19.50
Full fat soybean (37.1% CP)	5.00	7.50	10.00
Soybean oil	1.13	2.12	2.92
MDCP (16.8% Ca/21.3% P)	1.37	1.09	0.84
Limestone (39.9% Ca)	1.04	0.95	0.89
Salt	0.23	0.25	0.26
Premix ^{1/}	0.25	0.25	0.25
Pellet binder	0.30	0.30	0.30
DL-methionine	0.29	0.24	0.22
L-lysine	0.27	0.23	0.22
L-threonine	0.11	0.07	0.06
Sodium bicarbonate (27% Na)	0.07	0.04	0.03
Mycotoxin binder	0.01	0.01	0.01
Calculated nutrient composition (%)			
ME (kcal/kg)	3,000.00	3,100.00	3,200.00
Crude protein	23.00	21.50	19.50
Crude fat	4.60	5.96	7.16
Crude fiber	2.80	2.78	2.74
Lysine	1.41	1.28	1.14
Methionine	0.63	0.57	0.52
Calcium	0.78	0.69	0.62
Total phosphorus	0.71	0.65	0.59
Available phosphorus	0.39	0.33	0.28

^{1/}Premix composition per 1,000 g = vitamin A 4,700,000 IU, vitamin D 940,000 IU, vitamin E 30 g, vitamin K 0.8 g, vitamin B1 1.2 g, vitamin B2 3.2 g, vitamin B5 5.62 g, vitamin B6 1.57 g, vitamin B12 0.009 g, niacin 21.6 g, folic 0.39 g, biotin 0.07 g, choline 116.4 g, copper 0.32 g, iron 24.0 g, iodine 0.72 g, manganese 0.11 g, selenium 0.10 g

ทำการเก็บตัวอย่างอาหารทุกระยะของทุกกลุ่ม การทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา คือ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และ

ฟอสฟอรัส โดย proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (2012) วิเคราะห์พลังงานโดยใช้ bomb calorimeter ตามวิธีของ อังคณา และดวงสมร (2532) และวิเคราะห์

สังกะสี ด้วยวิธี In-House method 984.27 (AOAC, 2012) โดยแสดงปริมาณแร่ธาตุสังกะสีที่มีในอาหารทดลอง (Table 2)

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

ทำการบันทึกน้ำหนักตัว ปริมาณการกินอาหาร ที่อายุ 1, 10, 28 และ 35 วัน และบันทึกจำนวนไก่ตายตลอดช่วงอายุ แล้วนำข้อมูลที่ได้นำไปคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight gain, BWG) ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake, FI) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR) และอัตราการตาย (mortality rate) ของไก่เนื้อตามช่วงอายุที่ทำการศึกษา

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในไก่เนื้อ

เมื่อไก่เนื้อมีอายุ 35 วัน ทำการสุ่มไก่จำนวนซ้ำละ 2 ตัว เพื่อนำมาเก็บตัวอย่างกระดูกส่วนทibia ตับ และเจาะเลือดไก่ที่บริเวณปีก โดยเก็บตัวอย่างเลือดปริมาตร 5 มิลลิลิตรต่อตัว แล้วนำมาแยกซีรัม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุสังกะสีด้วยวิธี In-House method Atomic Absorbance Spectrophotometer (AAG-GF) ของบริษัท กรุงเทพ อาร์ โอ เอ แล็บ จำกัด ตัวอย่างกระดูกทibia และ ตับ ไปวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุสังกะสี ด้วยวิธี In-House method 999.10 ของบริษัท เอส จี เอส (ประเทศไทย) จำกัด และ Inductive Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) Method 2011.14 (AOAC, 2016)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

งานวิจัยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ที่มีการจัดกลุ่มทดลองแบบ 2 x 2 แฟคทอเรียล เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลสมรรถภาพการผลิต และปริมาณแร่ธาตุที่สะสมในตับ กระดูก และซีรัมมาคำนวณและวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มการทดลองโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เปรียบเทียบความแตกต่าง

ระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ระดับแร่ธาตุสังกะสีในสูตรอาหาร

ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนาการต่าง ๆ ได้แก่ โปรตีนรวม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และพลังงานรวมของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าสอดคล้องกับที่ได้คำนวณองค์ประกอบทางโภชนาการ (Table 1) และระดับของแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่เนื้อของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ดังแสดงใน Table 2

สมรรถภาพการผลิต

จากการศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่เนื้อระยะเล็กไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและระดับของแร่ธาตุสังกะสีต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กินได้ และอัตราการตายของไก่เนื้อ ($P>0.05$) แต่พบอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว โดยพบว่าการใช้ ZnO ในระดับต่ำที่ 50 ppm ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) ในขณะที่การเสริม ZnOHCl ในระดับต่ำที่ 50 ppm ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีเทียบเท่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีทั้งในรูปแบบ ZnO และ ZnOHCl ที่ระดับ 100 ppm และเมื่อพิจารณาด้านปัจจัยของระดับการเสริมแร่ธาตุสังกะสี พบว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ส่งผลให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความต้องการแร่ธาตุสังกะสีตามมาตรฐานของสายพันธุ์ในระยะไก่เล็กนั้นอยู่ที่ระดับ 110 ppm (Ross 308 broiler, 2014) การเสริม ZnO ในระดับ 50 ppm ซึ่งต่ำกว่าค่าความต้องการของสายพันธุ์ ทำให้ไก่เนื้อได้รับปริมาณแร่ธาตุสังกะสีไม่เพียงพอ อีกทั้ง ZnO มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ดังนั้นการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm จึงส่งผลกระทบต่อ

ต่อสมรรถภาพการผลิต อย่างไรก็ตามพบว่าการเสริม ZnOHCl ในระดับ 50 ppm สามารถส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีเทียบเท่าการเสริม ZnO ที่ระดับ 100 ppm อาจเนื่องมาจาก ZnOHCl มีคุณสมบัติในการละลายในกรดได้ดีกว่า ZnO ทำให้แร่ธาตุสังกะสีแตกตัวในกระเพาะและทางเดินอาหารส่วนต้นได้มากกว่า จึงถูกดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าในระยะไก่เล็ก (Cao et al., 2000)

ผลการทดลองในไก่เนื้อระยะรุ่นพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและระดับของแร่ธาตุสังกะสีต่อสมรรถภาพการผลิต ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยหลักพบว่าการเสริม ZnOHCl ส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวไก่เนื้อสูงกว่า และมีอัตราการตายที่น้อยกว่าการเสริม ZnO อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มให้ปริมาณการกินได้สูงกว่าการเสริม ZnO ($P=0.0777$) ด้านระดับแร่ธาตุสังกะสีพบว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารของไก่เนื้อ และการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในระดับ 50 ppm ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของไก่เนื้อต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมแร่ธาตุสังกะสี 100 ppm ($P<0.05$) ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานสายพันธุ์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,808 กรัม ซึ่งในช่วงไกรุ่นควรมีปริมาณการกินอาหารต่อตัวอยู่ที่ 1,865 กรัม จึงส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ที่สามารถกินอาหารได้ตามมาตรฐานของสายพันธุ์ คือ 1,862 กรัม แต่พบว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm มีอัตราการตายสูงกว่าการใช้แร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในไก่เนื้อระยะก่อนส่งตลาดพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและระดับของสังกะสีในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ($P>0.05$) ทางด้านอิทธิพลจากปัจจัยหลักไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ด้านการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวไก่ ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น

น้ำหนักตัว และอัตราการตายเช่นเดียวกัน ซึ่งสมรรถภาพการผลิตในช่วงไก่อ่อนก่อนส่งตลาดของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโต และปริมาณการกินได้ต่ำกว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตตามมาตรฐานของสายพันธุ์ที่ 42.8% และ 11.7% ตามลำดับ (Ross 308 broiler, 2014) ทั้งนี้ปัจจัยร่วมที่ส่งผลกระทบต่อทุกกลุ่มการทดลองอาจเกิดจากอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มสูงขึ้นภายในโรงเรือน โดยในช่วงที่ไก่อ่อนอายุ 29 – 35 วัน พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนมีค่าเท่ากับ 27.1 -35.1 องศาเซลเซียส และ 56.0 – 96.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ไก่อยู่ในสภาวะเครียดเนื่องจากสภาพอากาศร้อน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Lara and Rostagno (2013) ที่พบว่าสภาพอากาศที่ร้อนและชื้น สามารถส่งผลให้การกินได้ และน้ำหนักตัวไก่อ่อนได้ถึง 32.6% และ 16.4% ตามลำดับ และ Ramiah et al. (2019) ได้ศึกษาผลจากสภาวะเครียดที่เกิดความร้อน โดยพบว่าที่อุณหภูมิสูงที่ 34 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการลดปริมาณการกินได้ การลดลงของน้ำหนักตัวไก่เนื้อ และทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงขึ้น ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิปกติที่ 23 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่เนื้อตลอดช่วงอายุ 35 วัน ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างชนิด และระดับของแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่เนื้อ ต่อน้ำหนักตัวสิ้นสุด น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการตายของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ด้านอิทธิพลของปัจจัยหลักพบว่าการเสริม ZnOHCl มีแนวโน้มในการเพิ่มน้ำหนักตัว ($P=0.0918$) น้ำหนักสุดท้าย ($P=0.0914$) และลดอัตราการตาย ($P=0.0591$) ของไก่เนื้อ ด้านอิทธิพลของระดับการเสริมแร่ธาตุสังกะสีพบว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ 100 ppm ส่งผลให้ไก่เนื้อมีปริมาณการกินได้สูงกว่ากลุ่มที่เสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm ขณะที่น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ส่งผลให้อัตรา

Table 2 Nutrient composition and zinc level in the experimental diets

Periods	Treatments ^{1/}			
	ZnO 50	ZnO 100	ZnOHCl 50	ZnOHCl 100
Starter				
Gross energy (kcal/kg)	4,696.9	4,639.2	4,644.5	4,605.2
Crude protein (%)	22.9	22.9	22.8	22.4
Calcium (%)	0.8	0.9	0.8	0.8
Phosphorus (%)	0.7	0.7	0.7	0.7
Zinc (ppm)	60.5	120.0	72.8	104.0
Grower				
Gross energy (kcal/kg)	4,650.7	4,625.1	4,628.6	4,656.8
Crude protein (%)	21.6	21.9	21.8	21.7
Calcium (%)	0.7	0.7	0.8	0.7
Phosphorus (%)	0.5	0.5	0.6	0.5
Zinc (ppm)	75.5	117.0	84.5	115.0
Finisher				
Gross energy (kcal/kg)	4,696.7	4,709.2	4,680.3	4,694.5
Crude protein (%)	20.5	19.9	19.9	20.3
Calcium (%)	0.5	0.6	0.6	0.5
Phosphorus (%)	0.5	0.5	0.5	0.5
Zinc (ppm)	58.6	102.0	62.0	91.7

^{1/}ZnO 50 = zinc 50 ppm from zinc oxide; ZnO 100 = zinc 100 ppm from zinc oxide; ZnOHCl 50 = zinc 50 ppm from zinc hydroxychloride; ZnOHCl 100 = zinc 100 ppm from zinc hydroxychloride

การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร้อยตัวดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และอัตราการตายของไก่เนื้อที่ได้รับสังกะสีที่ระดับ 100 ppm สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($P < 0.05$)

การเสริมแร่ธาตุ ZnOHCl สามารถเพิ่มสมรรถภาพการผลิตไข่เนื้อได้ โดยมีแนวโน้มในการลดอัตราการตาย ช่วยให้น้ำหนักตัว และน้ำหนักสุดท้ายเพิ่มสูงขึ้นได้ อาจเนื่องมาจากการที่ ZnOHCl ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงถึง 107 % ในขณะที่ ZnO มี

ความสามารถในการนำไปใช้ได้เพียง 49% เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายสังกะสีซัลเฟต (Cao et al., 2000) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wedekind and Baker (1990) ที่พบว่า ZnO มีความสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง 44.1% เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายสังกะสีซัลเฟต อีกทั้งการเสริม ZnOHCl ยังอาจมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส ที่ช่วยในการต่อต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงท้ายของการเลี้ยงไก่เนื้อที่อยู่ในสภาวะอากาศร้อนชื้น จึงส่งผลให้อัตราการตายของไก่เนื้อที่เสริม ZnOHCl ต่ำกว่า

Table 3 Effect of zinc hydroxychloride supplementation on growth performance

Parameter ^{1/}	Treatments ^{2/}				P-value ^{3/}			Pooled SE
	ZnO	ZnO	ZnOHCl	ZnOHCl	A	B	A*B	
	50	100	50	100				
----- 1 – 10 d -----								
BWG, g/bird	208.02	214.31	210.71	212.76	ns	0.0411	ns	0.0986
FI, g/bird	269.19	264.16	261.84	266.03	ns	ns	ns	0.0420
FCR	1.294 ^a	1.233 ^b	1.243 ^b	1.250 ^b	ns	ns	0.0069	0.0060
Mortality, %	0.00	0.00	0.00	0.00	–	–	–	–
----- 11 – 28 d -----								
BWG, g/bird	1,218.88	1,247.85	1,258.99	1,271.15	0.0161	ns	ns	0.1449
FI, g/bird	1,788.74	1,851.89	1,828.98	1,872.54	ns	0.0029	ns	0.0839
FCR	1.468	1.485	1.453	1.473	ns	ns	ns	0.0059
Mortality, %	0.78	2.60	0.00	1.30	0.0465	0.0037	ns	0.2530
----- 29 – 35 d -----								
BWG, g/bird	742.24	746.05	739.99	732.43	ns	ns	ns	6.9706
FI, g/bird	1,130.17	1,153.24	1,132.47	1,151.93	ns	ns	ns	0.0079
FCR	1.523	1.555	1.532	1.579	ns	ns	ns	0.0160
Mortality, %	0.30	0.72	0.79	0.00	ns	ns	ns	0.1955
----- 1 – 35 d -----								
BWG, g/bird	2,129.03	2,152.29	2,176.90	2,171.85	ns	ns	ns	0.2784
FI, g/bird	3,188.11	3,269.29	3,223.30	3,290.51	ns	0.0102	ns	0.0524
FCR	1.498	1.520	1.480	1.516	ns	0.0126	ns	0.0054
Mortality, %	1.08	3.31	0.79	1.30	ns	0.0264	ns	0.2968

^{1/}BWG = body weight gain; FI = feed intake; FCR = feed conversion ratio^{2/} ZnO 50 = zinc 50 ppm from zinc oxide; ZnO 100 = zinc 100 ppm from zinc oxide; ZnOHCl 50 = zinc 50 ppm from zinc hydroxychloride; ZnOHCl 100 = zinc 100 ppm from zinc hydroxychloride^{3/}A = source of zinc; B = level of zinc; A*B = interaction between source and level of zinc

การเสริม ZnO ทางด้านระดับการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารในไก่เนื้อดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 50 ppm ซึ่งอาจเกิดจากการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในระดับ 50 ppm เป็นระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของสายพันธุ์

จึงไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ที่สำคัญในร่างกาย เช่น การควบคุมการกินอาหาร การสร้างกล้ามเนื้อ การเจริญเติบโต รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนต่างๆ เช่น อินซูลิน และโกรทฮอร์โมน เป็นต้น ดังงานทดลองของ Kim and Patterson (2004)

Table 4 Zinc deposition of broiler chickens at 35 days of age

	Treatments ^{1/}				P-value ^{2/}			Pooled SE
	ZnO	ZnO	ZnOHCl	ZnOHCl	A	B	A*B	
	50	100	50	100				
Serum (ug/dL)	47.27	43.59	43.40	47.63	ns	ns	ns	1.2995
Tibia bone (mg/kg)	144.61	149.54	147.78	148.59	ns	ns	ns	1.5150
Liver (mg/kg)	22.44	23.31	22.50	25.71	0.0517	0.0020	ns	0.3075

^{1/}ZnO 50 = zinc 50 ppm from zinc oxide; ZnO 100 = zinc 100 ppm from zinc oxide; ZnOHCl 50 = zinc 50 ppm from zinc hydroxylchloride; ZnOHCl 100 = zinc 100 ppm from zinc hydroxylchloride

^{2/}A = source of zinc; B = level of zinc; A*B = interaction between source and level of zinc

ที่ศึกษาผลการใช้แร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 ppm ในไก่เนื้อ พบว่าไม่ส่งผลให้น้ำหนักตัวของไก่เนื้อ ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแตกต่างกัน เนื่องจากระดับการเสริมที่ต่ำสุดคือ 500 ppm นั้น เป็นระดับที่สูงกว่าความต้องการของไก่เนื้อในการดำรงชีวิตและการมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี ในขณะที่ Batal et al. (2001) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองของสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ โดยทำการทดลองเปรียบเทียบการเสริมสังกะสีซัลเฟตกับ ZnOHCl ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ารูปแบบของแร่ธาตุสังกะสีไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และการกินได้ของไก่เนื้อ แต่การเพิ่มระดับของแร่ธาตุสังกะสีจาก 5.81 ppm เป็นระดับ 10.81 ppm, 15.10 ppm และ 20.25 ppm ส่งผลให้น้ำหนักตัว และอัตราการกินได้ของไก่เนื้อให้เพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เนื่องจากระดับการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในการทดลองนี้มีค่าที่ต่ำกว่าความต้องการของไก่เนื้อ การเสริมแร่ธาตุสังกะสีในระดับที่เพิ่มขึ้นจึงเห็นผลเชิงบวกในการเพิ่มอัตราการกินได้และน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ เนื่องจากแร่ธาตุสังกะสีมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนที่ส่งผลให้มีการกระตุ้นการกินได้ เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน และฮอร์โมน ghrelin ที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้ของสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นระดับการ

เสริมแร่ธาตุสังกะสีในอาหารไก่เนื้อให้เหมาะสมจึงควรเป็นไปตามมาตรฐานของสายพันธุ์

ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในซีรัมและอวัยวะต่างๆ

จากผลการทดลองพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและระดับของการเสริมแร่ธาตุสังกะสี ต่อปริมาณแร่ธาตุสังกะสีที่สะสมในซีรัม กระดูกทิเบีย และตับ ($P > 0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยหลักพบว่า การเสริม ZnOHCl มีแนวโน้มที่ส่งผลให้การสะสมแร่ธาตุสังกะสีในระดับสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ ZnO ($P = 0.0517$) ด้านอิทธิพลของระดับพบว่า การเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ส่งผลให้ปริมาณการสะสมแร่ธาตุสังกะสีในระดับสูงกว่าการเสริมที่ระดับ 50 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Akbari Mooghaddam Kakhki et al. (2017) ที่พบว่าระดับการสะสมของแร่ธาตุสังกะสีในตับ กล้ามเนื้อส่วนอก และน่องของไก่เนื้อเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ตามระดับของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในอาหารที่สูงขึ้น จากระดับ 0, 60 และ 120 ppm ตามลำดับ และ Faa et al. (2008) ได้รายงานหาปริมาณของแร่ธาตุสังกะสีในตับของไก่เนื้อมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในทางเดินอาหาร และความสามารถในการดูดซึมแร่ธาตุสังกะสีเข้าสู่ร่างกายสัตว์ได้

สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุสังกะสีทั้งชนิดและระดับที่แตกต่างกันในอาหารไก่เนื้อ สามารถสรุปได้ว่าการเสริม ZnOHCl สามารถปรับปรุงสมรรถภาพการผลิต ลดอัตราการตาย และเพิ่มน้ำหนักของไก่เนื้อ และมีแนวโน้มในการเพิ่มการสะสมแร่ธาตุสังกะสีในระดับได้สูงกว่าการเสริม ZnO ที่ระดับเดียวกัน ในระยะใกล้เคียงการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในรูปแบบของ ZnOHCl ในระดับ 50 ppm ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้เทียบเท่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm อย่างไรก็ตามในช่วงไกรุ่นและไกรยะก่อนส่งตลาด การเสริมแร่ธาตุสังกะสีที่ระดับ 100 ppm ตามคำแนะนำของสายพันธุ์ให้ผลดีต่อการรักษาระดับปริมาณการกินได้ให้เป็นปกติ และส่งผลให้มีปริมาณของแร่ธาตุสังกะสีที่สะสมในระดับได้สูงกว่าการเสริมแร่ธาตุสังกะสีในระดับต่ำที่ 50 ppm ทั้งนี้ควรการจัดการระบายอากาศและลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้เหมาะสม เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากความร้อนสะสมและความชื้นที่สูงเกินมาตรฐาน อันจะส่งผลถึงอัตราการตายที่สูงขึ้นได้ด้วย ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการเลือกใช้รูปแบบสังกะสีอนินทรีย์ที่เหมาะสมในอาหารไก่เนื้อเพื่อคงไว้ หรือปรับปรุงซึ่งสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่เลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์การเรียนรู้วิชาการด้านสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ดำเนินการวิจัย และบริษัท ทราว นูทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด สำหรับทุนวิจัย และผลิตภัณฑ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สีนเจิมศิริ. 2532. การวิเคราะห์และการประเมินคุณภาพอาหาร

สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 159 หน้า.

- Akbari Moghaddam Kakhki, R., R. Bakhshalinejad, A. Hassanabadi and P. Ferket. 2017. Effects of dietary organic zinc and α -tocopheryl acetate supplements on growth performance, meat quality, tissues mineral and α -tocopheryl deposition in broiler chickens. Poult. Sci. 96: 1257–1267.
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Washington DC.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Maryland.
- Batal, A. B., T. M. Parr and D. H. Baker. 2001. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrated diet. Poult. Sci. 80: 87–91.
- Cao, J., P. R. Henry and C. B. Ammerman. 2000. Relative bioavailability of basic zinc sulfate and basic zinc chloride for chick. J. Appl. Poult. Res. 9: 513–517.
- Chabosseau, P. and A. R. Guy. 2016. Zinc and Diabetes. Arch. Biochem. Biophys. 611: 79–85.
- Faa, G., V. N. Nurchi, A. Ravarino, D. Fanni, S. Nemolato, C. Gerosa, P. V. Eyken and K. Geboes. 2008. Zinc in gastrointestinal and liver disease. Available Source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010854507002263>, April 28, 2018.

- Kim, W. K. and P. H. Patterson. 2004. Effect of dietary zinc supplementation on performance and nitrogen loss from manure. *Poult. Sci.* 83(1): 34–8.
- Lara, L. J. and M. H. Rostagno. 2013. Impact of heat stress on poultry production. *J. Animals.* 3: 356–369.
- Li, X., J. Yin, X. Chen, J. Zang and X. Zhou. 2006. Dietary supplementation with zinc oxide increase IGF-1 and IGF-1 receptor gene expression in small intestine on weaning piglets. *J. Nutr.* 136(7): 1786–1791.
- Ramiah S. K., E. A. Awad, S. Mookiah and Z. Idrus. 2019. Effects of zinc oxide nanoparticles on growth performance and concentrations of malondialdehyde, zinc in tissues, and corticosterone in broiler chickens under heat stress conditions. *Poult. Sci.* 98: 3828–3838.
- Ross 308 broiler. 2014. Nutrition Specification. Available Source: http://www.tmea.staging.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-308-Broiler-Nutrition-Specs-2014r17-EN.pdf, March 20, 2018.
- Underwood, E. J. and N. F. Suttle. 2004. The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. Zinc. CAB International. Moredun research institute, UK.
- Wedekind, K. J. and D. H. Baker. 1990. Zinc bioavailability in feed-grade source of zinc. *J. Anim. Sci.* 68: 684–689.
- Yin, J., X. Li, D. Li, T. Yue, Q. Fang, J. Ni, X. Zhou and G. Wu. 2009. Dietary supplementation with zinc oxide stimulates ghrelin secretion from stomach of young pigs. *J. Nutr. Biochem.* 20(10): 783–790.

