

## ผลการเสริมสังกะสีอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่และการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดง

ศรีน้อย ชุ่มคำ<sup>1\*</sup> อรพินท์ จินตสถาพร<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลการเสริมสังกะสีอินทรีย์ ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่และการต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้แม่ไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าอายุ 29 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม จัดกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 และ 3 อาหารปกติเสริมสังกะสีอินทรีย์ 40 และ 80 มก./กก. ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง อัตราการไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 12 ฟอง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการรอดชีวิต ค่าฮอกยูนิต ความหนาเปลือกไข่ และค่าความถ่วงจำเพาะ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ความเข้มสีไข่แดงเท่ากับ 11.96, 12.66 และ 12.67 ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟองเท่ากับ 29.13, 29.62 และ 29.04 บาท/กก. และ 1.56, 1.60 และ 1.55 บาท/ฟอง ในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ปริมาณสังกะสีในไข่ทั้งฟองและค่าTBAs ของไข่แดงไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ )

**คำสำคัญ :** สังกะสีอินทรีย์ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ การต้านอนุมูลอิสระ

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี

<sup>2</sup> คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\*ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: schumkam@hotmail.com

## EFFECT OF ORGANIC ZINC SUPPLEMENTATION IN LAYER DIET ON PERFORMANCE EGG QUALITY AND ANTIOXIDANT IN YOLK

Srinoy Chumkam<sup>1\*</sup> Orapint Jintasaporn<sup>2</sup>

### Abstract

The effects of organic zinc supplementation in layer diet on performance, egg quality, and antioxidant in yolk was conducted using completely randomized design. One hundred and twenty commercial layers of 29 week old were randomly divided into 3 dietary treatment groups then receiving T1 (control), T2 (diet supplemented 40 ppm zinc) and T3 (diet supplemented 80 ppm zinc). The results have shown that there were no significant difference ( $P < 0.05$ ) in hen weight, egg production, egg weight, egg mass, average feed intake, feed consumption per dozen egg produced, feed efficiency per one kilogram egg, survival rate, Haugh unit, egg shell thickness and egg specific gravity. Yolk color were 11.96, 12.66 และ 12.67 ( $P < 0.05$ ). Feed cost per one kilogram egg and feed cost per egg were 29.13, 29.62, 29.04 baht/kg and 1.56, 1.60, 1.55 baht/egg respectively. Zinc deposition in whole egg and TBAs value of yolk were not difference ( $P > 0.05$ )

**Key words :** organic zinc, production performance, egg quality , antioxidant

---

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, Valayaalongkorn University, Phatumthani Province

<sup>2</sup> Faculty of Fishery , Kasetsart University, Bangkok

\* Corresponding author e-mail : schumkam@hotmail.com

## บทนำ

แร่ธาตุเป็นโภชนาที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกาย และมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสัตว์ให้เป็นไปอย่างปกติ การให้ผลผลิตที่ดี โดยมีบทบาทเกี่ยวข้องกับระบบฮอร์โมน การพัฒนาของกระดูก การสร้างขน และความอยากกินอาหาร นอกจากนี้แร่ธาตุยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น ถ้าสัตว์ขาดแร่ธาตุจะแสดงอาการขาดที่เห็นได้ชัดเจน โดยสมรรถภาพการผลิตของสัตว์จะลดลง มีอาการเบื่ออาหาร ระบบสืบพันธุ์ผิดปกติและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันลดลง สาเหตุของการขาดแร่ธาตุนั้น อาจมาจากการได้รับแร่ธาตุไม่เพียงพอหรือเกิดการรบกวนการใช้ประโยชน์ได้โดยแร่ธาตุตัวอื่นในอาหาร หรือการได้รับแร่ธาตุที่ไม่สมดุล โดยทั่วไปในการประกอบสูตรอาหารสัตว์นิยมเสริมแร่ธาตุในสารผสมล่วงหน้าในรูปของแร่ธาตุอินทรีย์ต่างๆ แร่ธาตุอินทรีย์จะมีราคาสูง แต่การใช้ประโยชน์ได้มีความผันแปรค่อนข้างสูง ส่งผลให้แร่ธาตุถูกขับทิ้งออกทางมูลในปริมาณที่สูง และเกิดการตกค้างของแร่ธาตุในสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงกับการเลี้ยงสัตว์ การใช้แร่ธาตุในรูปอินทรีย์หรือแร่ธาตุคีเลททดแทนแร่ธาตุอนินทรีย์ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเสริมแร่ธาตุในรูปของแร่ธาตุอินทรีย์ในอาหารจะสามารถดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่ารูปอนินทรีย์จากคุณสมบัติดังกล่าว การเสริมแร่ธาตุสังกะสีซึ่งมีปริมาณแปรปรวนตามชนิดของวัตถุดิบ (McDowell, 1992) ในรูปอินทรีย์จะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์มากขึ้น ทั้งนี้เพราะสังกะสีมีบทบาทมากมายในร่างกายทั้งในด้านการเจริญเติบโต ระบบภูมิคุ้มกัน และการป้องกันอนุมูลอิสระ เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ไม่น้อยกว่า 25 ชนิด ซึ่งช่วยในการย่อยและการเผาผลาญสารอาหาร และทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ (co-factor) ของเอนไซม์ต่างๆ โดยเฉพาะเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (superoxide dismutase; SOD) ซึ่งทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ สังกะสียังมีส่วนร่วมในกระบวนการสังเคราะห์และกระบวนการเมตาบอลิซึมของ RNA และ DNA ซึ่งช่วยควบคุมกระบวนการถอดรหัส ที่จำเป็นสำหรับการสร้างเซลล์ การแบ่งตัวในระดับเซลล์ การซ่อมแซมเซลล์และการเจริญเติบโตของเซลล์ (Hill และ Spears, 2000) นอกจากนี้สังกะสียังจำเป็นสำหรับภูมิคุ้มกันแบบพึ่งเซลล์ (cell mediated immunity)

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการเสริมสังกะสีอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ และการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดง

## วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized designs) ทดลองในแม่ไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าสายพันธุ์โรมันบราวน์ จำนวน 120 ตัวแบ่งไก่ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 อาหารปกติเสริมสังกะสีอินทรีย์ 40 มก./กก. และกลุ่มที่ 3 อาหารปกติเสริมสังกะสีอินทรีย์ 80 มก./กก. ทดลองในโรงเรือนไก่ไข่ที่เป็นระบบปิดซึ่งควบคุมอุณหภูมิโดยการระเหยของน้ำ (evaporative cooling system) ระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple) ไก่ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง โดยมีระยะเวลาการทดลอง 84 วัน เก็บข้อมูล ช่วงละ 28 วัน เก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน จำนวนไข่ น้ำหนักไข่ และจำนวนไข่ตาย ในช่วง 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง จะทำการเก็บไข่ 2 ฟองในแต่ละเช้าเพื่อตรวจวัดคุณภาพของไข่ซึ่งได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ (Pesti และคณะ, 2005) ค่าคะแนนสีของไข่แดงใช้พัดวัดสีไข่แดง (Roche color fan) ที่มีสีเหลืองอ่อนถึงสีส้มแดงตั้งแต่ 1-15 (คะแนน) ความหนาเปลือกไข่ โดยใช้ไมโครมิเตอร์สำหรับวัดความหนาผิวโค้ง ค่าฮอกยูนิท (Haugh unit) (Roush, 1981) เก็บไข่แดงเพื่อหาการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันในรูปของค่า TBAs ตามวิธีของ Cherian และคณะ (1996) และ Botsoglou และคณะ (1994) หางค์ประกอบทางเคมีของอาหารด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 2000) หาปริมาณสังกะสีในอาหารและในไข่ทั้งฟอง (AOAC, 2012: Office Method 986.15 และ 999.12) วิเคราะห์ความแปรปรวน

และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple's range test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหาร

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านโภชนาของอาหารทดลองทุกกลุ่มพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของด้านโภชนาของอาหาร

โภชนา	อาหารเสริมสังกะสีอินทรีย์(มก./กก.)		
	0	40	80
ความชื้น(%)	9.77	8.06	7.78
โปรตีน(%)	16.91	16.33	16.89
ไขมัน(%)	3.28	3.83	3.97
เยื่อใย(%)	5.55	5.14	4.39
ถั่ว(%)	13.02	15.83	16.08
คาร์โบไฮเดรต(%)	51.47	50.81	50.89
สังกะสี (มก./กก.)	99.59	135.59	179.59

### สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

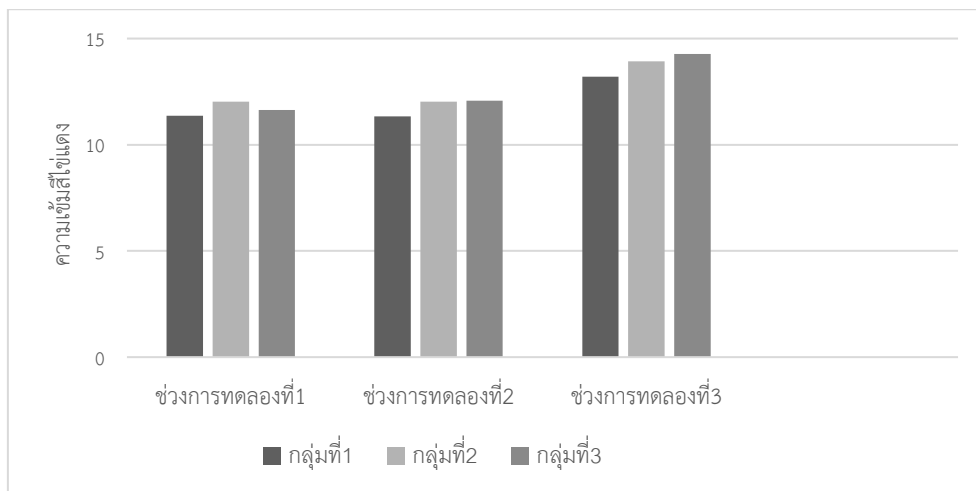
ผลการเสริมสังกะสีอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ พบว่า น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 12 ฟอง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการรอดชีวิต แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ( $P>0.05$ ) อัตราการไข่ในกลุ่มที่ได้รับสังกะสีอินทรีย์ 80 มก./กก. สูงที่สุดเท่ากับ 90.01 % มากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และกลุ่มที่ได้รับสังกะสีอินทรีย์ 40 มก./กก. ซึ่งเท่ากับ 86.57% และ 87.52% ตามลำดับแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ค่าฮอกยูนิต ความหนาเปลือกไข่ และค่าความถ่วงจำเพาะ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ความเข้มข้นไข่แดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P<0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 12.67, 12.66 และ 11.96 ในกลุ่มที่ได้รับสังกะสีอินทรีย์ 80 มก./กก. กลุ่มที่ได้รับสังกะสีอินทรีย์ 40 มก./กก. และกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมในกลุ่มที่ได้รับสังกะสีอินทรีย์ 80 มก./กก. มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 29.04 บาท ไม่แตกต่างทางสถิติ( $P>0.05$ ) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติและอาหารเสริมสังกะสีอินทรีย์ 40 มก./กก. ซึ่งเท่ากับ 29.14 บาทและ 29.61 บาทตามลำดับ สอดคล้องกับ Qiujuan และคณะ (2012) ที่ทดแทนแร่ธาตุทองแดง สังกะสีและแมงกานีสอินทรีย์ในอาหารไก่ไข่ด้วยทองแดง สังกะสีและแมงกานีสเมทไธโอนีน พบว่าแหล่งของแร่ธาตุไม่มีผลต่ออัตราการผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ความหนาเปลือกไข่ และ ความหนาแน่นของเปลือกไข่ ( $P>0.05$ ) ในไก่ที่ได้รับสังกะสี-แอล-ซีลีโนเมทไธโอนีน ค่าฮอกยูนิต และความหนาเปลือกไข่ ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) (Anutและคณะ,2008 ; Skrivanและคณะ, 2005) และคุณภาพไข่ในนกกระทาที่ได้รับอาหารเสริมสังกะสีไกลซีนก็ไม่แตกต่างกัน (อรรวรรณและคณะ, 2555) แต่แตกต่างกับ Babakainและคณะ (2014) ที่เปรียบเทียบการเสริมสังกะสีอินทรีย์ในรูปสังกะสีซัลเฟต ( $ZnSO_4$ ) และสังกะสีอินทรีย์ในรูปสังกะสีเมทไธโอนีน พบว่าการเสริมสังกะสีอินทรีย์ทำให้การให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.05$ ) และ Sahinและคณะ (2005) ที่ปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาที่เลี้ยงภายใต้สภาวะความเครียดจากความร้อนพบว่า ที่อุณหภูมิสูงสบายการเสริมสังกะสีไม่มีผลช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิต ขณะที่การเลี้ยงภายใต้สภาวะความเครียดจากความร้อนการเสริมสังกะสีสามารถช่วยในปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร น้ำหนักซากและผลผลิตของนกกระทาให้ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสังกะสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ที่ทำหน้าต้านอนุมูลอิสระ(อัจฉราและมณฑล,2557) ซึ่งในสภาวะเครียดจะเกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลต่อการทำงานของเซลล์ต่างๆในร่างกาย โดยเฉพาะต่อมรับรสอาหาร ซึ่งในสภาวะที่มีความเครียดต่อมรับรสอาหารทำงานน้อยลง การกินอาหารลดลง การมีสังกะสีในอาหารในระดับสูงมีผลให้ต่อมรับรสอาหารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น ปริมาณอาหารที่กินจึงเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่าสมรรถภาพการผลิตแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) อาจเนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นการเลี้ยงในโรงเรือนปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ด้วยการระเหยของน้ำ ที่ควบคุมอุณหภูมิ  $28\pm 1$  องศาเซลเซียส สัตว์จึงอยู่สบาย ไม่ได้อยู่ในภาวะเครียดในขณะเดียวกันอาหารที่ได้รับก็มีคุณค่าทางอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ นอกจากนี้ปริมาณสังกะสีในอาหารที่เท่ากับ 99.59 มก./กก. 135.59 มก./กก. และ 179.59 มก./กก. ยังเป็นปริมาณที่มากกว่าความต้องการสังกะสีของไก่ไข่พันธุ์เปลือกไข่สีน้ำตาล ซึ่งต้องการเพียง 33 มก./กก.ของอาหาร(NRC ,1994) (ดังแสดงในตารางที่1) ปริมาณอาหารที่กินจากการทดลองครั้งนี้ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติจึงไม่มีผลต่อการเพิ่ม

สมรรถภาพการผลิต เพราะไก่จะกินอาหารตามความต้องการโภชนะ และการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตไข่ (Leeson และ Summer, 1991) ส่วนความเข้มข้นไข่แดงตลอดช่วงการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และในแต่ละช่วงการทดลองความเข้มข้นไข่แดงในกลุ่มที่เสริมสังกะสีอินทรีย์จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ ( $P < 0.05$ ) (ดังแสดงในภาพที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจาก สังกะสีนอกจากจะเป็นโภชนะที่สำคัญในอาหารสัตว์ ยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระเหมือนแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารที่ช่วยเพิ่มความเข้มข้นไข่แดง (อัจฉราและมณฑล, 2556; อัจฉราและมณฑล, 2557) การเสริมสังกะสีในอาหารจึงทำให้แคโรทีนอยด์ถูกนำไปใช้ในการให้สีไข่แดงได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากทำหน้าที่ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ลักษณะที่ศึกษา	อาหารเสริมสังกะสีอินทรีย์(มก./กก.)			Pool-SE	P-value
	0	40	80		
น้ำหนักตัวไก่ที่เปลี่ยนแปลง(ก./ตัว)	0.09	0.16	0.11	0.029	0.320
<b>สมรรถภาพการผลิต</b>					
อัตราการไข่(%)	86.57	86.52	91.01	1.856	0.187
น้ำหนักไข่(ก./ฟอง)	53.62	53.97	53.53	0.609	0.869
มวลไข่(ก./ฟอง)	46.45	46.67	48.74	1.197	0.359
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./ตัว/วัน)	101.24	103.47	106.02	2.338	0.380
ปริมาณอาหารที่กินต่อไข่ 12 ฟอง(กก.)	1.40	1.44	1.40	0.021	0.377
ปริมาณอาหารที่กินต่อไข่ 1 ฟอง(ก.)	116.94	119.73	116.45	1.713	0.375
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.18	2.22	2.18	0.038	0.717
อัตราการรอดชีวิต(%)	97.50	100.00	96.67	2.013	0.496
<b>คุณภาพไข่</b>					
ค่าฮอกยูนิต	83.27	83.45	82.80	0.828	0.853
สีไข่แดง	11.96 <sup>b</sup>	12.66 <sup>a</sup>	12.67 <sup>a</sup>	0.083	0.001
ความหนาเปลือกไข่(มม.)	0.344	0.342	0.347	0.005	0.819
ความถ่วงจำเพาะ	1.090	1.089	1.091	0.001	0.615
<b>ต้นทุนการผลิตไข่</b>					
ต้นทุนค่าอาหาร(บาท/กก.)	29.13	29.62	29.04	0.518	0.705
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ฟอง)	1.56	1.60	1.55	0.023	0.349

หมายเหตุ: <sup>a,b,c</sup> อักษรที่ต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



ภาพที่ 1 ความเข้มสีไข่แดงในช่วงการทดลอง

การต้านอนุมูลอิสระในไข่แดงและการสะสมของสังกะสีในไข่

สังกะสีมีคุณสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสังกะสีจะเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเตส มีหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระโดยการเปลี่ยนอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)ไปเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) และออกซิเจน(O<sub>2</sub>) จากนั้นเอนไซม์คาตาเลสและกลูตาไธโอน (GSH) จะเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเป็นน้ำ (Nicholls and Budd, 2000) จึงช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกายป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ผลการเสริมสังกะสีในอาหารไก่ไข่ในระดับ 40 และ 80 มก./กก. ไม่มีผลต่อปริมาณสังกะสีในไข่ทั้งฟอง (P>0.05) และการเสริมสังกะสีทั้งในรูปอนินทรีย์และรูปอินทรีย์ ในอาหารนกกระทาก็ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของสังกะสีในไข่แดง ไข่ขาว และไข่ทั้งฟอง(P>0.05) (อรรชรและคณะ (2555) ทั้งนี้เนื่องจากการเสริมสังกะสี อนินทรีย์ในอาหารแม้จะทำให้ปริมาณสังกะสีในอาหารเพิ่มขึ้น แต่การดูดซึมของสังกะสีที่ลำไส้เล็กต้องใช้ตัวพาแบบไม่ใช้พลังงาน (facilitated diffusion) และในขณะที่สังกะสีจะออกจากลำไส้เล็กเพื่อเข้าสู่กระแสเลือดก็ต้องใช้ตัวพาแบบใช้พลังงาน (active transport) (นัยนา, 2546) ดังนั้นถ้าสัตว์ได้รับปริมาณสังกะสีจากอาหารมาก ลำไส้จะต้องมีปริมาณตัวพาเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มการดูดซึม ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มสังกะสีในอาหาร อาจจะต้องเพิ่มปริมาณตัวพาที่จะทำให้การดูดซึมและการใช้ประโยชน์ของสังกะสีเพิ่มขึ้น แร่ธาตุอนินทรีย์ยังมีการแข่งขันแย่งตัวพาระหว่าง สังกะสี ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ส่วนแร่ธาตุอินทรีย์เช่น สังกะสีอินทรีย์ โดยเฉพาะสังกะสีเมทาไอโอนิน(zinc amino acid complex)จะดูดซึมทางช่องทางดูดซึมกรดอะมิโนโดยเกาะติดไปกับกรดอะมิโน ไม่แข่งขันการดูดซึมและไม่สูญหายไปกับกรดไพติกในวัตถุุดิบโปรตีนพืช (Zhang, 2017)

## ตารางที่ 2 การปริมาณสังกะสีในไข่และการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดง

ลักษณะที่ศึกษา	อาหารเสริมสังกะสีอินทรีย์(มก./กก.)			Pool-SE	P-value
	0	40	80		
TBAs(มก.malonaldehyde/กก.)	0.075	0.068	0.068	0.012	0.878
ปริมาณสังกะสีในไข่ทั้งฟอง(มก./กก.)	10.696	10.499	10.585	0.694	0.980

## สรุปผลการวิจัย

การเสริมสังกะสีอินทรีย์ในระดับ 40 และ 80 มก./กก. ในอาหารไก่ไข่ที่อายุ 29 สัปดาห์นาน 84 วัน ไม่ช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ แต่ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในไข่แดงเพิ่มขึ้น(P<0.05) ซึ่งอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคพึงพอใจ การสะสมของสังกะสีในฟองไข่ การต้านอนุมูลอิสระของไข่แดงและต้นทุนค่าอาหารในการให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในการให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

- นัยนา บุญทวีวัฒน์. (2553) **ชีวเคมีทางโภชนาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เจริญมั่นคงศิริการพิมพ์, กรุงเทพฯ
- อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. (2556) เมทาบอลิซึมและคุณสมบัติของแคโรทีนอยด์ ในการเพิ่มความเข้มข้นของสังกะสีในไข่แดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.ฉบับพิเศษประจำปี2556** : 112-121.
- อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. (2557) วิตามินและแร่ธาตุต่อบทบาทการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์และการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโรคสำหรับสัตว์. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 6:123-131.
- อรรชร ชินราศี อาณัติ จันทรธิระติกุล พิมพ์ชนก ยอดแคล้ว ปุณณรัตน์ โสภิษฐพงษ์ อภิรดี มีชัย หฤทัย จงตามกลาง วรณสุคนธ์ สายเนตร และ สมพงษ์ อ่อนสังข์. (2555) ผลของสังกะสีไกลซีนต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ และความเข้มข้นของสังกะสีในนกกกระทาญี่ปุ่นไข่. **แก่นเกษตร40 ฉบับพิเศษ 2:428-431**.
- Anut, C., C. Orawan and C. Piyanete (2008) Effect of Sodium Selenite and Zinc-L-selenomethionine on Performance andSelenium Concentrations in Eggs of Laying Hens Asian-Aust. **J. Animal Science**. 21: 1048 – 1052.
- AOAC. (2000) **Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. AOAC, Washington, DC.

- AOAC. (2012) **Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemist.** 19<sup>th</sup> ed. Washington D.C., USA.
- Bahakaim, A. S. A., Hmat. A. Abdct Magied, Sahar. H. M. Osman, Amal S. Omar, N. Y. AdbelMalak and Nehad. A. Ramadan. (2014) Effect of using difference levels and sources of zinc in layers diet on egg zinc enrichment. Egypt. **Poultry Science.** 34:39-56.
- Botsoglou, N. A., D. J. Fletouris, G. E. Papageorgiou, V. N. Vassilopoulos, A. J. Mantis and A. G. Trakatellis. (1994) Rapid sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in animal tissue, food and feedstuff samples. **J. Agriculture Food Chemistry.** 42:1931-1937.
- Cherian, G., F. W. Wolfe and J. S. Sim. (1996) Dietary oils with added tocopherols effects on egg or tissue tocopherols fatty acids and oxidative stability. **Poultry Science.** 75:423-431.
- Hill, G.M. & J.W. Spears. (2000) **Trace and ultratrace elements in swine nutrition**, pp. 229-262. *In* A.J. Lewis and L.L. Southen, eds. Swine Nutrition. CRC Press, New York.
- Leeson, S. and J.D. Summers. (1991) **Commercial Poultry Nutrition.** University Books, Guelph, Ontario.
- McDowell, L.R. (1992) **Minerals in Animal and Human Nutrition.** Academic Press, Inc. San Diego, California.
- National Research Council. (1994). **Nutrient Requirements of Poultry.** 9<sup>th</sup> ed., Revised BC. National Academy Press, Washington, D.C.
- Nicholls, D.G., and S.L. Budd. (2000). Mitochondria and neuronal survival. **Physiology Review.** 80: 315-360.
- Pesti, G. M., R. I. Bakalli, I. P. Driver, A. Ateneio and E. H. Foster. (2005) **Poultry Nutrition and Feeding.** Althens Inc., Georgia.
- Qiujuan Sun, Yuming Guo, Jianhui Li, Tianguo Zhang and Jinlei Wen. (2012) Effects of Methionine Hydroxy Analog Chelated Cu/Mn/Zn on Laying Performance, Egg Quality, Enzyme Activity and Mineral Retention of Laying Hens. **J. Poultry Science.** 49: 20-25
- Roush, W. B. (1981) T156 calculator programm for Haugh unit calculator. **Poultry Science** 60:1086-1088.
- Skriwan, M., V. Skriwanove and M. Marounek. (2005) Effect of dietary iron, zinc and copper in layer feed on distribution of these elements in eggs, liver, excreta, soil and herbage. **Poultry Science.** 84: 1570-1575.
- Sahin, K., M.O. Smith, M. Oderci, N. Sahin, M.F. Gursu, S. Gursu and O. Kucuk. (2005) Supplementation of zinc form organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. **Poultry Science** 84: 882-887.
- Zhang H, E.R Gilbert, K. Zhang, X. Ding, Y. Luo, J. Wang. Q. Zeng and S. Bai. (2017) Uptake of manganese from manganese-lysine complex in the primary rat intestinal epithelial cells. **J. Animal Nutrition.** 101:147-58.