

ผลของการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ Cu, Fe, Zn, และ Mn ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเปลือกไข่

Effects of Organic Minerals Organic Mineral Supplementation (Cu, Fe, Zn, Mn) on Egg Production and Egg Shell Quality in Laying Hens

ศุภฤกษ์ เกษศิลา

Supharuek Ketsila

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การเลี้ยงไก่เป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่และคุณภาพของเปลือกไข่คือการจัดการโภชนาการ การใช้แร่ธาตุอินทรีย์ เช่น ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn) มีบทบาทสำคัญในการเผาผลาญ การสร้างเซลล์ และกระบวนการสร้างเปลือกไข่ สัมมนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ดังกล่าวในอาหารไก่ไข่ต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเปลือกไข่ โดยได้รวบรวมและศึกษาเอกสารวิชาการ 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020-2022 โดยวิเคราะห์ผลของการเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในระดับ 0.3, 0.45, 0.6, 20, 30, 33 และ 50% ต่อ กิโลกรัมอาหาร ต่ออัตราการวางไข่และคุณภาพของเปลือกไข่ พบว่าการเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในระดับต่างๆ มีผลต่ออัตราการวางไข่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในระดับ 0.45% ส่งผลให้ความแข็งแรงของเปลือกไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ระดับ 0.6% และ 33% ให้ความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า การเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในอาหารไม่ทำให้ผลผลิตไข่มากขึ้น แต่การเสริมที่ระดับ 0.45% ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเปลือกไข่ ซึ่งอาจช่วยลดการสูญเสียที่เกิดจากการแตกของไข่ได้

คำสำคัญ: ธาตุอาหารอินทรีย์ คุณภาพไข่ และคุณภาพเปลือกไข่

บทนำ

การเลี้ยงไก่ไข่ถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสำคัญที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในหลายประเทศ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไข่ไม่เพียงช่วยตอบสนองความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น แต่ยังส่งผลโดยตรงต่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไรของผู้ประกอบการ หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตไข่คือการจัดการโภชนาการ โดยเฉพาะการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ในอาหารของไก่ไข่ แร่ธาตุอินทรีย์ เช่น ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn) มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ในร่างกายของไก่ โดยช่วยส่งเสริมกระบวนการเมตาบอลิซึม การสร้างฮอร์โมน และการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง แร่ธาตุเหล่านี้ยังช่วยเสริมสร้างระบบประสาท และเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนากระดูกและการสร้างเปลือกไข่ คุณสมบัติพิเศษของแร่ธาตุอินทรีย์คือการที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้ดีกว่าแร่ธาตุในรูปแบบอนินทรีย์ ทำให้ไก่ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ แม้ในช่วงปลายของการวางไข่ที่มักพบว่าประสิทธิภาพการดูดซึมแร่ธาตุลดลง ปัญหาสำคัญที่พบในช่วงปลายของการวางไข่คือความแข็งแรงของเปลือกไข่ลดลง เนื่องจากการดูดซึมแคลเซียมและแร่ธาตุที่เกี่ยวข้องลดลง ส่งผลให้เปลือกไข่อ่อนแอ แตกง่าย และก่อให้เกิดการสูญเสียไข่ระหว่างกระบวนการเก็บรวบรวม ซึ่งคิดเป็นประมาณ 10-15% ของไข่ทั้งหมดในบางกรณี ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อคุณภาพของไข่และสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจต่อผู้ประกอบการ การเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในอาหารของไก่ไข่จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากแร่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทเป็นตัวกระตุ้นและองค์ประกอบของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเปลือกไข่ รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผลิตภัณฑ์แคลเซียมที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการสร้างเปลือกไข่ ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงและคุณภาพของเปลือกไข่ได้อย่างชัดเจน

ดังนั้น สัมมนาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ Cu, Fe, Zn, และ Mn ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ผลของการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ Cu, Fe, Zn และ Mn ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่

ในการศึกษาของ Chen et al. (2022) ได้มีการประเมินผลกระทบของการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ต่อคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิตไข่โดยได้ทำการเสริมแร่ธาตุ ได้แก่ Fe, Cu, Mn และ Zn ในระดับต่างๆ เช่น OTE0.3%, OTE0.45% และ OTE0.6% ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในระดับต่างๆ ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ของไก่ไข่รวมถึงปริมาณการกินอาหารต่อน้ำหนักไข่และอัตราการกินได้ ($P > 0.05$) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Zhang et al. (2021) ได้ทำการวิเคราะห์ผลของการเสริมแร่ธาตุ ได้แก่ Fe, Cu, Mn และ Zn ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ของไก่ไข่อายุมาก โดยไม่พบว่าการเสริมแร่ธาตุดังกล่าวส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไข่รวมถึงปริมาณการกินอาหารต่อน้ำหนักไข่และอัตราการกินได้ (Table 2) อย่างไรก็ตามแร่ธาตุอินทรีย์ Cu, Fe, Zn, และ Mn โดยส่วนมากแล้วจะมีหน้าที่เกี่ยวกับระบบเลือดและระบบกระดูกมากกว่าระบบสืบพันธุ์จึงส่งผลให้การเสริมแร่ธาตุข้างต้นไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ แต่ในทางกลับกัน J.L. Qiu et al. (2020) ได้วิเคราะห์ผลของอาหารทดลองต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ของไก่ไข่ (อายุ 52-60 สัปดาห์) พบว่ากลุ่มที่ได้รับแร่ธาตุอนินทรีย์ในระดับ ITM33% มีอัตราการผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P <$

0.05) เมื่อเทียบกับ0ารผลิตไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่ม ITM33% มีอัตราการสูญเสียไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่ม TRT33%(Table 3) อย่างไรก็ตามแร่ธาตุอินทรีย์ Cu, Fe, Zn, และ Mn โดยส่วนมากแล้วจะมีหน้าที่เกี่ยวกับระบบเลือดและระบบกระดูกมากกว่าระบบสืบพันธุ์จึงส่งผลให้การเสริมแร่ธาตุข้างต้นไม่มีผลต่อผลผลิตไข่

Table 1. Effects of dietary organic trace elements supplementation on production performance of late-phase laying hens. (Hy-line brown laying hens aged 65 weeks-old)

Items	CT	OTE0.3%	OTE0.45%	OTE0.6%	SEM	P-value
Average laying rate,%	83.63	83.60	84.27	82.72	0.229	0.118
Average egg weight, g	59.50	60.75	60.08	60.92	0.239	0.130
ADFI, g	138.64	138.66	139.46	138.78	0.143	0.136
(Feed/egg, g/g)	2.34	2.28	2.28	2.28	0.010	0.163

Control group was fed with a basal diet supplemented with of inorganic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 7.80, 84, 72 and 72 mg/kg, OTE0.3%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 3.90, 42, 36 and 36 mg/kg, OTE0.45%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 5.85, 63, 54 and 54 mg/kg OTE0.6%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 7.80, 84, 72 and 72 mg/kg, SEM = Standard error of the treatment

Source: Chen et al. (2022)

Table 2. Effects of Cu, Zn, Mn, and Fe supplementation on laying performance of aged laying hens. (Jing Hong laying hens aged 57 week-old)

Items	Treatment					SEM	P-value
	CT	IT100%	OT20%	OT30%	OT50%		
Egg production (%)	84.97	85.13	83.48	86.17	86.17	0.43	0.274
Average egg weight (g)	71.52	70.91	71.23	72.23	71.32	0.16	0.107
Egg mass (g of egg/hen/day)	60.71	60.49	59.77	61.82	61.46	0.27	0.128
Feed intake ³ (g/hen/day)	120.32	119.68	120.11	120.31	119.96	0.23	0.912
(Feed/egg, g/g)	1.97	1.98	2.00	1.94	1.95	0.01	0.141

Control; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 10, 60, 80 and 80 mg/kg, inorganic treatment IT100%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 10, 60, 80 and 80 mg/kg, organic treatment OT20%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 2, 12, 16 and 16 mg/kg, organic treatment OT30%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 3, 18, 24 and 24 mg/kg, organic treatment OT50%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 5, 30, 40 and 40 mg/kg

Source: Zhang et al. (2021)

Table 3. Effect of experimental diets on productive performance and eggshell quality of laying hens during the late laying period. (HY-Line White, 52 to 60-week-old)

Items	Treatment			SEM	P-value
	CT	ITM33%	TRT33%		
Egg production (%) ²	78.91 ^a	76.08 ^b	78.68 ^a	0.01	<0.05
Egg loss (%) ²	2.07 ^b	2.51 ^a	1.91 ^c	0.01	<0.05

Control; basal diet supplemented with inorganic trace minerals at commercial levels Cu, Fe, Zn and Mn at 12, 36, 90, and 90 mg/kg, ITM33%; a basal diet supplemented with inorganic trace minerals at 1/3 commercial levels Cu, Fe, Zn, and Mn at 4, 12, 30, and 30 mg/kg, TRT33%; a basal diet supplemented with proteinated trace minerals at 1/3 commercial levels Cu, Fe, Zn, and Mn at 4, 12, 30, and 30 mg/kg

Source: J.L. Qiu et al. (2020)

การที่เสริมแร่ธาตุอินทรีย์ในระดับที่แตกต่างกันไม่ทำให้การผลิตไข่ น้ำหนักไข่ อัตราการกินได้และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อาจเป็นเพราะระดับแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นอาจไม่ได้ไปส่งเสริมกระบวนการสร้างไข่อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระบวนการสร้างเปลือกไข่และองค์ประกอบภายในไข่ต้องอาศัยแร่ธาตุอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น แคลเซียมและฟอสฟอรัส แร่ธาตุที่เสริมอาจไม่ได้มีผลโดยตรงต่อน้ำหนักไข่ แต่มีบทบาทในการบำรุงสุขภาพโดยรวมของไก่มากกว่า ไก่สามารถควบคุมสมดุลของแร่ธาตุผ่านระบบดูดซึมและขับถ่าย ดังนั้นการได้รับแร่ธาตุเกินระดับที่จำเป็นอาจไม่ทำให้เกิดการสะสมหรือผลกระทบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่น้ำหนักไข่ อัตราการกินได้และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ แม้ว่าแร่ธาตุอินทรีย์จะถูกดูดซึมได้ดีกว่าแร่ธาตุนินทรีย์ แต่ระดับที่เพิ่มขึ้นอาจไม่ทำให้เกิดผลที่ชัดเจนต่อผลผลิต เนื่องจากระบบเผาผลาญของไก่มีขีดจำกัดในการใช้แร่ธาตุเหล่านี้

ผลของการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ Cu,Fe,Zn และ Mn ต่อคุณภาพเปลือกไข่

Chen et al. (2022) รายงานว่าการเสริมแร่ธาตุ Fe, Cu, Mn และ Zn ในอาหารไก่พบว่า การเสริมที่ระดับ OTE0.45% มีความแข็งแรงของเปลือกไข่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ($P < 0.05$) ในขณะที่การเสริมที่ OTE0.3 และ OTE0.6% ไม่มีผลต่อความแข็งแรงของเปลือกไข่ การเสริมธาตุอาหารอินทรีย์ในปริมาณเล็กน้อยไม่มีผลชัดเจนต่อน้ำหนักเปลือกไข่และความหนาของเปลือกไข่เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Table 4) ในทางกลับกัน J.L. Qiu et al. (2020) รายงานว่าระดับแร่ธาตุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ในปริมาณที่ต่ำไม่ได้ทำให้ความหนาของเปลือกไข่เปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) ในส่วนความแข็งแรงของเปลือกไข่ กลุ่ม ITM33% มีความแข็งแรงของเปลือกไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่ม TRT33% กลุ่ม TRT33% มีความแข็งแรงของเปลือกไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในความหนาของเปลือกไข่ ระหว่างกลุ่มควบคุม, กลุ่ม ITM 33% และ TRT33% (Table 6) จากการศึกษาของ Zhang et al. (2021) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมแร่ธาตุ ได้แก่ Fe, Cu, Mn และ Zn ต่อโครงสร้างจุลภาคของเปลือกไข่ในไก่ไข่อายุมาก พบว่าการเสริมแร่ธาตุดังกล่าวทั้งในรูปแบบอนินทรีย์ (IT 100%) และอินทรีย์ (OT 30%, OT 50%) ส่งผลให้ความหนาของเปลือกไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยกลุ่ม OT 50% และ IT 100% ไม่แสดงความแตกต่างกันในเรื่องความหนาของเปลือกไข่อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่ม OT 20% มีความหนาของเปลือกไข่มากกว่ากลุ่ม OT 30%, OT 50% และ IT 100% อย่างมีนัยสำคัญ (Table 5) อย่างไรก็ตาม การเสริมแร่ธาตุอินทรีย์และอนินทรีย์ Cu, Fe, Mn และ Zn ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของเปลือกไข่และความหนาของเปลือกไข่ได้เนื่องจากแร่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและเสริมความแข็งแรงของเปลือกไข่

Table 4. Effects of dietary organic trace elements supplementation on egg quality in late-phase laying hens. (Hy-line brown laying hens aged 65 weeks-old)

Items	CT	OTE0.3%	OTE0.45%	OTE0.6%	SEM	P-value
Eggshell breaking strength, N	39.34 ^b	38.32 ^b	41.76 ^a	37.75 ^b	0.468	0.005
Eggshell weight, g	6.45	6.31	6.15	6.22	0.068	0.453
Eggshell thickness, mm	0.30	0.29	0.32	0.30	0.005	0.332

Control group was fed with a basal diet supplemented with of inorganic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 7.80, 84, 72 and 72 mg/kg, OTE0.3%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 3.90, 42, 36 and 36 mg/kg, OTE0.45%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 5.85, 63, 54 and 54 mg/kg

OTE0.6%: were fed with a basal diet supplemented with organic trace elements Cu, Fe Zn and Mn 7.80, 84, 72 and 72 mg/kg, SEM = Standard error of the treatment

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are different ($P < 0.05$).

Source: Chen et al. (2022)

Table 5. Effects of Cu, Zn, Mn, and Fe supplementation on eggshell ultrastructure of aged laying hens (μm)¹ (Jing Hong laying hens aged 57 week-old)

Items	Treatment					SEM	P-value
	CT	IT100%	OT20%	OT30%	OT50%		
Effective thickness	183.79 ^d	265.52 ^a	265.52 ^a	242.64 ^{bc}	257.57 ^{ab}	4.59	<0.001
Mammillary thickness	91.49 ^a	75.88 ^c	90.58 ^a	85.77 ^{ab}	81.22 ^{bc}	1.14	<0.001
Mammillary knob width	66.03 ^a	56.02 ^c	63.4 ^{ab}	59.31 ^{bc}	55.90 ^c	0.90	<0.001

Control; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 10, 60, 80 and 80 mg/kg, inorganic treatment IT100%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 10, 60, 80 and 80 mg/kg, organic treatment OT20%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 2, 12, 16 and 16 mg/kg, organic treatment OT30%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 3, 18, 24 and 24 mg/kg, organic treatment OT50%; the basal diet supplemented with Cu, Fe, Zn and Mn 5, 30, 40 and 40 mg/kg, a–c Mean values within the same row with different superscripts differ significantly expressed as $P \leq 0.05$ and differ extremely significantly expressed as $P \leq 0.01$.

Source: Zhang et al. (2021)

6. Effect of experimental diets on productive performance and eggshell quality of laying hens during the late laying period (52- to 60-week-old).

Items	Treatment			SME	P-value
	CT	ITM33%	TRT33%		
Shell strength (N) ³	35.89 ^a	24.87 ^b	35.34 ^a	1.50	<0.05
Egg shell thickness (mm) ³	0.35	0.34	0.35	0.01	0.532

Control; basal diet supplemented with inorganic trace minerals at commercial levels Cu, Fe, Zn and Mn at 12, 36, 90, and 90 mg/kg, ITM33%; a basal diet supplemented with inorganic trace minerals at 1/3 commercial levels Cu, Fe, Zn, and Mn at 4, 12, 30, and 30 mg/kg, TRT33%; a

basal diet supplemented with proteinated trace minerals at 1/3 commercial levels Cu, Fe, Zn, and Mn at 4, 12, 30, and 30 mg/kg

^{a,b} Values with different superscripts in the same row are different ($P < 0.05$).

Source: J.L. Qiu et al. (2020)

แร่ธาตุ Cu (ทองแดง), Zn (สังกะสี), Mn (แมงกานีส) และ Fe (เหล็ก) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระดูกและการเผาผลาญของแคลเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกไข่ และแร่ธาตุ Mn และ Zn มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยกระตุ้นการสร้างโครงสร้างของเปลือกไข่ นอกจากนี้แร่ธาตุ Cu และ Fe มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเส้นใยคอลลาเจนในเปลือกไข่ ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรง อย่างไรก็ตามการได้รับแร่ธาตุมากเกินไปอาจรบกวนสมดุลของแร่ธาตุอื่นๆ ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ เหตุผลที่เปลือกไข่ไม่ดีขึ้นเพราะความหนาของเปลือกไข่ถูกกำหนดโดยหลายปัจจัย เช่น อัตราการเผาผลาญของไก่ ระบบการดูดซึมแร่ธาตุ และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไข่การเสริมแร่ธาตุอาจเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แคลเซียมและส่งผลต่อโครงสร้างภายในของเปลือกไข่มากกว่าการเพิ่มความหนาโดยตรง ในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างจุลภาคของเปลือกไข่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ความหนาของชั้น Mammillary และความหนารวมของเปลือกไข่ ซึ่งบ่งชี้ว่าแร่ธาตุมีผลต่อองค์ประกอบของเปลือกไข่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพโดยรวม ดังนั้นการเสริมแร่ธาตุมีผลต่อคุณภาพของเปลือกไข่ โดยเฉพาะด้านความแข็งแรงมากกว่าความหนา นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญกับการเลือกระดับที่เหมาะสมของแร่ธาตุไม่ใช่แค่การเสริมเพียงตัวใดตัวหนึ่ง เพราะอาจรบกวนการดูดซึมของแร่ธาตุอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้ไก่สามารถดูดซึมและใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

สรุป

การใช้แร่ธาตุอินทรีย์ในระดับต่ำ 0.3, 0.6, 20, 30, 33 และ 50% ต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าไม่มีผลต่อการผลิตไข่และคุณภาพของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้แร่ธาตุอนินทรีย์ 100% อย่างไรก็ตามการใช้แร่ธาตุอินทรีย์ในระดับ 0.45% ทำให้ความแข็งแรงของเปลือกไข่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

K.K. Zhang, M.M. Han, Y.Y. Dong, Z.Q. Miao, J.Z. Zhang, X.Y. Song, Y. Feng, H.F. Li, L.H. Zhang, Q.Y. Wei, J.P. Xu, D.C. Gu, J.H. Li. 2021. "Low levels of organic compound trace elements improve the eggshell quality, antioxidant capacity, immune function, and mineral deposition of aged laying hens". **Animal**. 15(12): 100401

J.L. Qiu, Q. Zhou, J.M. Zhu, X.T. Lu, B. Liu, D.Y. Yu, G. Lin, T. Ao, J.M. Xu. 2020. “Organic trace minerals improve eggshell quality by improving the eggshell ultrastructure of laying hens during the late laying period”. **Poultry Science**. 99(3): 1483-1490.

Xing Chen, Xiang-ming Ma, Chong-Wu Yang, Jiang Shuzhen, Li-bo Huang, Yang Li, Fan Zhang, Ning Jiao, Wei-ren Yang. 2022. “Low level of dietary organic trace elements improve the eggshell strength, trace element utilization, and intestinal function in late-phase laying hens”. **Frontiers in Veterinary Science**. 9, 903615