

ผลการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารต่อผลผลิตและคุณภาพไข่
(Effect of Chromium Picolinate Supplementation on Productive Performance and Egg
Quality)

ศิริกานดา ทองพรมราช
Sirikanda Thongprommarat

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารต่อผลผลิตและคุณภาพไข่ โดยทำการวิเคราะห์เอกสารวิชาการ จำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี ค.ศ 2013-2018 ซึ่งมีการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ตั้งแต่ระดับ 0-3 มก./กก.อาหาร ผลการทดลองส่วนใหญ่พบว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตที่ระดับ 0.2-0.4 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่ มวลเปลือกไข่ สีของไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และค่า Haugh Unit อย่างไรก็ตาม มีบางงานทดลองพบว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตที่ระดับ 0.5-3 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ยกเว้นค่า Haugh unit ที่พบว่าของกลุ่มที่เสริมโครเมียมพิกอลิเนตมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม จึงสามารถสรุปได้ว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตที่ระดับ 0.5-3 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไข่ไก่ ขณะที่ผลต่อค่า Haugh unit ยังไม่มีความชัดเจน

คำสำคัญ : โครเมียมพิกอลิเนต ผลผลิต คุณภาพไข่

บทนำ

ในปี 2565 ประเทศไทยมีไก่ไข่ทั้งสิ้นกว่า 51.90 ล้านตัว (กรมการค้าภายใน, 2565) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ไก่ไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้โปรตีนสูง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้บริโภคนิยมรับประทานไก่ไข่มาก ส่งผลให้ตลาดไก่ไข่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการพัฒนาคุณภาพ (กานดา, 2561) ทั้งนี้อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้มีการพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่มาหลายปีให้เกษตรกรสามารถเลือกพิจารณาได้ตามความเหมาะสม โดยอาหารแต่ละสูตรนั้นมักจะมีการเติมสารสังเคราะห์ต่างๆ เข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสัตว์และกระตุ้นการใช้อาหาร Sahina et al.(2001) รายงานว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารมีผลดีต่ออัตราการเติบโตและประสิทธิภาพอาหารในการเลี้ยงสัตว์ปีกได้ Chen et al.(2021) กล่าวว่า โครเมียมพิโคลิเนตมีความสามารถในการปรับปรุงอัตราการวางไข่และคุณภาพไข่ และยังเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของไข่ขาวและ Haugh Unit มีแนวโน้มว่าเป็นผลมาจากการทำงานทางชีวภาพของโครเมียม Sirirat et al.(2014) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตที่ระดับ 0.5-3 มก./กก.ในอาหารไก่ไข่มีผลต่อค่า Haugh Unit ทำให้มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมและเสริมที่ระดับอื่นๆ แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ด้านอื่นๆ อย่างไรก็ตาม Zhang et al.(2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ไม่ช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพไข่ นอกจากนี้ Torki et al.(2013) ยังพบว่าการเสริมด้วยโครเมียมพิโคลิเนตไม่ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพไข่ ผลการวิจัยข้างต้นแสดงถึงความแตกต่างกันของผลการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารต่อผลผลิตและคุณภาพของไข่ไก่

โครเมียมพิโคลิเนต (Chromium Picolinate)

โครเมียมพิโคลิเนตเป็นโครเมียมอินทรีย์ มีความเกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิก ช่วยนำโปรตีนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย โครเมียมยังจำเป็นสำหรับการกระตุ้นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นพลังงานและขบวนการสังเคราะห์กรดไขมัน และทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิกมีเสถียรภาพ โครเมียมยังมีความสามารถลดผลกระทบด้านลบของความเครียดจากความร้อน สามารถป้องกัน lipid peroxidation ในเนื้อเยื่อของไก่ได้ (Sahina et al.2001) นอกจากนี้ โครเมียมยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Radwan et al., 2008; Lee et al., 2000) และการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระก็จะช่วยคงความสดของไข่ไว้ได้ (อาวูธ, 2540) โครเมียมยังเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของอัลบูมินในไข่หรือในการเชื่อมโยงของโปรตีนซึ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนอัลบูมินและอำนวยความสะดวกในการถ่ายโอนไอออนบวกไปยังอัลบูมินของไข่ โครเมียมจำเป็นต่อการรักษาสถานะทางกายภาพของอัลบูมิน (Chen et al.,2021; Khan et al.2014)

ปริมาณการกินได้ (Feed intake)

Zhang et al. (2018) เสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก.อาหาร ใช้ไก่ไข่พันธุ์ทางการค้า อายุ 23 สัปดาห์ จำนวน 270 ตัว มี 6 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ตัว ใช้เวลาทดลอง 33 สัปดาห์ พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ($p > 0.05$) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Sirirat et al. (2014) ที่เสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ระดับ 0, 0.5, 3 มก./กก.อาหาร ใช้ไก่ไข่พันธุ์ Lohmann brown อายุ 66 สัปดาห์ จำนวน 144 ตัว มี 6 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว ใช้เวลาทดลอง 60 วัน พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ($p > 0.05$) (Table 2) และสอดคล้องกับของ Torki et al. (2013) เสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก.อาหาร ที่ใช้ไก่ไข่พันธุ์ทางการค้า อายุ 70 สัปดาห์ จำนวน 324 ตัว มี 6 ซ้ำ ซ้ำละ 18 ตัว ใช้เวลาทดลอง 8 สัปดาห์ (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตไม่ทำให้ปริมาณการกินได้ดีขึ้น เนื่องจากโครเมียมพิกอลิเนตไม่มีคุณสมบัติในการเพิ่มปริมาณการกินได้ของอาหารและกระตุ้นการกินอาหาร

ผลผลิตไข่ (Egg Production)

Zhang et al. (2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก.อาหาร ทุกกลุ่มการทดลองมีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sirirat et al. (2014) ที่มีการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.5, 3 มก./กก.อาหาร ให้ผลว่าไม่มีผลต่อการผลิตไข่ (Table 2) และสอดคล้องกับ Torki et al. (2013) ที่มีการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก.อาหาร ได้ผลว่าไม่มีความแตกต่างกันทางด้านการผลิตไข่ (Table 3) สรุปได้ว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตไม่มีผลต่อผลผลิต เนื่องจากปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับการเสริม ทำให้ไม่ส่งผลต่อผลผลิตไข่

Table 1. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-0.6 (mg/kg diet) on productive performance.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.4	0.6		
Egg yield (g/day/bird)	57.6	56.0	56.9	0.39	0.480
Egg weight (g)	61.2	60.5	60.9	0.26	0.470
Feed intake (g/day/bird)	122	119	119	0.41	0.052
FCR (g feed/g egg)	2.12	2.11	2.08	0.07	0.530

Data represented the means of six replicates (n = 6)

Source: Zhang et al. (2018)

น้ำหนักไข่ (Egg weight)

Zhang et al. (2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ ($p > 0.05$) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Torki et al. (2013) ที่มีการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลแตกต่างกันต่อน้ำหนักไข่ ($p > 0.05$) (Table 3) ในขณะที่ Sirirat et al. (2014) ที่มีการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตระดับ 0, 0.5, 3 มก./กก. อาหาร พบว่ากลุ่มที่เสริม 0.5 mg/kg อาหาร มีน้ำหนักไข่มากกว่ากลุ่มที่เสริม 3 มก./กก. อาหาร ($p=0.07$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) (Table 2) โครเมียมพิโคลิเนตไม่ทำให้น้ำหนักไข่ดีขึ้น อาจเกิดจากปริมาณการกินได้ที่ไม่แตกต่างกันทุกระดับการเสริม กานดา. (2560) กล่าวว่าหากแม่ไก่ได้รับอาหารที่มีปริมาณเพียงพอและมีการเพิ่มโปรตีน จะส่งผลทำให้ไข่ไก่มีขนาดใหญ่ และส่งผลต่อน้ำหนักไข่

Table 2. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-3 (mg/kg diet) on productive performance.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.5	3		
Egg production (%)					
30 days	80.62	84.89	84.48	1.70	0.22
60 days	82.40	84.59	83.43	1.26	0.52
Egg weight (g)					
30 days	69.73 ^{ab}	71.27 ^a	67.24 ^b	0.60	0.09
60 days	67.45 ^{ab}	69.83 ^a	65.32 ^b	1.10	0.07
Feed intake (g/day/bird)					
30 days	107.8	105.6	105.5	1.02	0.28
60 days	107.1	108.4	107.2	4.76	0.97

^{a, b} Means within different superscripts, within row, are significantly differ ($p < 0.05$).

SEM: standard error of mean. n=7

Source: Sirirat et al. (2014)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (Feed conversion ratio)

Zhang et al. (2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก. อาหาร ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ($p > 0.05$) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Torki et

al. (2013) ที่มีการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลแตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ($p > 0.05$) (Table 3) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตไม่สามารถทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น โดยสรุปแล้วว่า ปริมาณการกินได้ของไก่ไม่มาก มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ อาจเนื่องมาจากโครเมียมพิกอลิเนตไม่มีบทบาทให้การเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ซึ่งสอดคล้องกันทุกงานวิจัย

Table 3. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-0.4 (mg/kg diet) on productive performance.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.2	0.4		
Egg production (%)					
1-4 WK	85.72±8.35	87.95±6.25	88.17±6.14	1.382	0.724
5-8 WK	87.32±9.21	88.60±5.31	89.49±6.63	1.423	0.835
1-8 WK	86.50±8.52	88.27±5.37	88.83±6.22	1.350	0.768
Egg weight (g)					
1-4 WK	65.21±1.89	65.35±1.99	65.70±1.67	0.364	0.873
5-8 WK	64.81±1.43	64.65±1.37	64.63±1.34	0.270	0.957
1-8 WK	65.00±1.62	64.99±1.58	65.15±1.00	0.278	0.969
Feed intake (g/day/bird)					
1-4 WK	117.83±2.37	116.77±1.57	118.60±0.68	0.364	0.059
5-8 WK	117.65±3.57	116.35±1.04	118.19±0.68	0.455	0.212
1-8 WK	117.74±2.91	116.57±1.23	118.40±0.56	0.395	0.107
FCR (g egg/g feed)					
1-4 WK	2.13±0.24	2.04±0.16	2.06±0.18	0.039	0.666
5-8 WK	2.11±0.29	2.04±0.13	2.05±0.14	0.040	0.789
1-8 WK	2.11±0.26	2.04±0.14	2.07±0.16	0.038	0.717

*Values are expressed as means ± standard error of the mean. **Egg mass= (egg production x egg weight)/100.

Source: Torki et al. (2013)

คุณภาพไข่ภายนอก (External Egg Quality)

Zhang et al. (2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลต่อความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่ ($p > 0.05$) (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับ Sirirat et al. (2014) เสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ระดับ 0, 0.5, 3 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลต่อความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่ ทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) (Table 5) และสอดคล้องกับ Torki et al. (2013) ที่เสริมโครเมียมพิกอลิเนตในอาหารไก่ไข่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก. อาหาร

ไม่มีผลต่อความหนาของเปลือกไข่ มวลเปลือกไข่ ($p > 0.05$) (Table 6) การเสริมโครเมียมพิโคลิเนตไม่ทำให้คุณภาพไข่ภายนอกดีขึ้น ทุกงานวิจัยได้ผลไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากโครเมียมพิโคลิเนตไม่มีคุณสมบัติต่อคุณภาพเปลือกไข่

Table 4. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-0.6 (mg/kg diet) on egg quality.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.4	0.6		
Eggshell thickness (mm)					
28 WK	0.27	0.27	0.27	0.02	0.51
33 WK	0.44	0.45	0.43	0.04	0.50
Eggshell strength (kg/cm ²)					
28 WK	43.8	46.1	45.5	0.47	0.40
33 WK	45.4	44.9	44.0	0.39	0.59
Yolk color					
28 WK	5.26	5.31	5.30	0.15	0.95
33 WK	5.28	5.33	5.34	0.15	0.88
Haugh Unit					
28 WK	74.6	75.4	76.5	0.37	0.30
33 WK	71.5	68.5	69.5	0.39	0.10

Data represented the means of six replicates (n = 6)

Source: Zhang et al. (2018)

คุณภาพไข่ภายใน (Internal Egg Quality)

Zhang et al. (2018) พบว่าการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.4, 0.6 มก./กก. อาหาร ได้สีของไข่แดง และค่า Haugh Unit ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 4) สอดคล้องกับ Torki et al. (2013) ในการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 0.2, 0.4 มก./กก. อาหาร ไม่ส่งผลต่อสีของไข่แดง และค่า Haugh Unit (Table 6) ในขณะที่ Sirirat et al. (2014) เสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ระดับ 0, 0.5, 3 มก./กก. อาหาร พบว่ามีความแตกต่างกันในเรื่องน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง โดยการเสริมโครเมียมพิโคลิเนตในอาหารไก่ไข่ ในช่วงอายุไข่ 30 วัน ระดับ 0.5 มก./กก. อาหาร มีน้ำหนักไข่ขาวสูงกว่ากลุ่มที่เสริมในระดับ 3 มก./กก. อาหาร แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนน้ำหนักไข่แดงพบว่าที่อายุไข่ 60 วัน กลุ่มที่เสริมในระดับ 0.5 และ 3 มก./กก. อาหาร มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) (Table 5) อาจเป็นเพราะโครเมียมเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของอัลบูมินของไข่ซึ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนอัลบูมินของไข่จึงทำให้น้ำหนักของไข่ขาวมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และในช่วงอายุ 30-60 วัน ทำให้ค่า Haugh Unit มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) (Table 5) นอกจากนี้ โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนในไข่ขาวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์

ภายในไข่ ทำให้ไข่ขาวเปลี่ยนเป็นไข่ขาวใส แสดงว่าคุณภาพไข่ลดลง (อารุธ, 2540) ซึ่งโครเมียมมีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยคงความสดของไข่ไว้ได้

Table 5. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-3 (mg/kg diet) on egg quality.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.5	3		
Eggshell thickness (mm)					
30 days	0.36	0.38	0.37	0.02	0.94
60 days	0.29	0.33	0.33	0.02	0.24
Eggshell strength (kg/cm ⁻²)					
30 days	3.37	3.43	3.19	0.23	0.76
60 days	3.23	2.78	3.14	0.30	0.57
Yolk weight (g)					
30 days	19.9	19.1	18.8	0.46	0.18
60 days	19.7 ^a	17.9 ^b	17.7 ^b	0.40	0.02
Albumen weight (g)					
30 days	43.3 ^{ab}	44.3 ^a	41.6 ^b	0.55	0.03
60 days	40.4	42.3	40.1	0.93	0.28
Haugh Unit					
30 days	63.9 ^b	83.4 ^a	84.8 ^a	1.97	0.0005
60 days	69.9 ^b	83.2 ^a	79.9 ^a	2.07	0.009

^{a, b} Means within different superscripts, within row, are significantly differ (p < 0.05).

SEM: standard error of mean. n=7

Source: Sirirat et al. (2014)

Table 6. Effect of Chromium Picolinate supplementation 0-0.4 (mg/kg diet) on egg quality.

Item	Chromium Picolinate level (mg/kg diet)			SEM	P value
	0	0.2	0.4		
Eggshell thickness (mm×10 ⁻²)	35.65±2.65	37.25±2.11	35.73±1.39	0.440	0.084
Eggshell mass (%)	8.45±0.71	8.73±0.57	8.35±0.45	0.112	0.311
Yolk color	8.31±0.75	8.44±0.32	8.56±0.56	0.114	0.494
Haugh Unit	96.93±2.05	94.10±2.57	95.17±1.98	0.496	0.062

*Egg quality measured at week 7 of the experiment. **Values are expressed as means ±standard error of the mean.

Source: Torki et al. (2013)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดลองการเสริมโครเมียมพิกลิเนตในอาหารไก่ไข่จำนวน 3 ฉบับ ที่ระดับ 0.2-3 มก./กก.อาหาร สรุปได้ว่าการเสริมโครเมียมพิกลิเนตที่ระดับ 0.5-3 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไข่ไก่ ขณะที่ผลต่อค่า Haugh unit ยังไม่มีความชัดเจน เนื่องจากมีเพียงงานทดลองเดียวที่เสริมโครเมียมพิกลิเนตให้ค่า Haugh unit สูงกว่าการไม่เสริม

เอกสารอ้างอิง

- กานดา ล้อแก้วมณี. 2560. “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่”. **Kasetsart extension journal**. 60(2): 1-8
- กานดา ล้อแก้วมณี. 2561. “รอบรู้เรื่องไข่ไก่”. **วารสารข่าวฝ่ายวิจัย คณะ ทอ.** ฉบับ 1.หน้า17.
- กรมการค้าภายใน. 2565. “สถานการณ์การผลิตไก่ไข่ปัจจุบัน”. <https://www.thansettakij.com/econ>. 16 สิงหาคม.2565
- อาวุธ ต้นโซ. 2540. การผลิตสัตว์ปีก. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- Chen, X.L., Zeng, Y.B., Liu, L.X., Song, Q.L., Zou, Z.H., Wei, Q.P. And Song W.J. 2021. “Effects of dietary chromium propionate on laying performance, egg quality, serum biochemical parameters and antioxidant status of laying ducks under heat stress”. **Animal**. 15(2)
- Radwan,N.L., Hassan, R.A., Qota, E.M. And Fayek, H.M. 2008. “Effect of Natural Antioxidant on Oxidative Stability of Eggs and Productive and Reproductive Performance of Laying Hens.” **Poult Sci**. 2:134-150.
- Sahina, K., Kucuka, O., Sahinb, N. And Ozbeya, O. 2001. “Effects of dietary chromium picolinate supplementation on egg production, egg quality and serum concentrations of insulin, corticosterone, and some metabolites of Japanese quails” . **Nutrition Research**. 21:1315-1321.
- Sirirat, N., Lu, J.J., Hung, T.Y.A., And Lien, T.F. 2013. “Effect of Different Levels of Nanoparticles Chromium Picolinate Supplementation on Performance, Egg Quality, Mineral Retention, and Tissues Minerals Accumulation in Layer Chickens”. **Journal of Agricultural Science**. 5(2).
- Stohs, SJ .2008. “โครเมียมพิกลิเนต”. [https://hmong.in.th/wiki/Chromium\(III\)_picolinate?](https://hmong.in.th/wiki/Chromium(III)_picolinate?) 18 สิงหาคม.2565
- Torki, M., Zangeneh, S. And Habibian, M. 2014. “Performance, Egg Quality Traits, and Serum Metabolite Concentrations of Laying Hens Affected by Dietary Supplemental Chromium Picolinate and Vitamin C Under a Heat-Stress Condition.” **Biol Trace Elem Res**. 157(2):120-129
- Zhang, S., Sun, X., Liao, X., Lu, L., Zhan, L., Ma, Q. And Luo, X. 2018. “Dietary Supplementation

with Chromium Picolinate Influences Serum Glucose and Immune Response of Brown-Egg Laying Hens”. **Biological Trace Element Research**. 185(2):448–455.