

ผลของ *In ovo injection* โดยการฉีดกรดโฟลิกเข้าไปในไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิต่อลักษณะอวัยวะภายใน
ไก่เนื้อหลังฟัก

Effects of *In ovo injection* of Folic Acid on Visceral Organ Development in Broiler Chickens

ปรียาภรณ์ ทาระ

Priyaphon Tara

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

กรดโฟลิกเป็นวิตามินบีที่ละลายน้ำได้ ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของยีนควบคุมการเจริญเติบโตและช่วยพัฒนาอวัยวะภายในตัวอ่อนของไก่ อย่างไรก็ตาม ผลของการฉีดกรดโฟลิกด้วยเทคนิค *In ovo injection* ต่อลักษณะอวัยวะภายในยังมีความไม่แน่นอน ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดกรดโฟลิกในไข่ฟักต่อลักษณะอวัยวะภายในของไก่เนื้อ โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยจำนวน 3 ฉบับ ที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2019-2022 ซึ่งมีการฉีดกรดโฟลิกที่ระดับ 0.007 0.15 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อฟอง พบว่า การฉีดกรดโฟลิกในช่วงปริมาณดังกล่าวไม่มีผลต่อน้ำหนักสัมพัทธ์ของอวัยวะภายในของไก่ ได้แก่ หัวใจ ตับ ม้าม ต่อมไทมัส และต่อมเบอร์ดอร์ซา ออฟ ฟาบริเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า การฉีดกรดโฟลิกที่ระดับ 0.007 0.15 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อฟอง ในไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิไม่ส่งผลเสียต่อลักษณะทางกายภาพของอวัยวะภายในของไก่เนื้อหลังฟัก

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ *In ovo injection* กรดโฟลิก อวัยวะภายใน

บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อในปัจจุบันมีแนวโน้มการผลิตที่มากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการด้านการบริโภคที่ขยายตัว 0.7% ในปี 2568 (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2568) และมุ่งเน้นการพัฒนาพันธุกรรมที่ให้อัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วเพื่อเพียงพอต่อความต้องการ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาด้านพันธุกรรมเหล่านี้ต้องเริ่มจากระยะการพัฒนาของตัวอ่อน และในระยะนี้ไข่บางฟองถูกจำกัดด้วยปัจจัยด้านโภชนาการ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่าง ๆ รวมไปถึงการพึ่งพาสารอาหารที่สะสมจากไข่แดงซึ่งมาจากแม่พันธุ์ไก่เพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของเมตาบอลิซึมที่สูงขึ้นของสายพันธุ์ไก่เนื้อ และในปัจจุบันเทคโนโลยี *in ovo* injection หรือการฉีดสารต่าง ๆ เข้าสู่ไข่ฟัก โดยปัจจุบันมีการศึกษาการฉีดแหล่งสารอาหารจากภายนอกเข้าสู่ไข่ฟักซึ่งเป็นนวัตกรรมที่เข้ามาช่วยทำหน้าที่เป็นตัวเสริมกระบวนการเมตาบอลิซึมเพื่อกระตุ้นพัฒนาการของตัวอ่อนให้สมบูรณ์ที่สุดก่อนการฟักออก โดยสารอาหารหรือวิตามินที่มีความน่าสนใจ คือ กรดโฟลิก (Folic acid) เป็นวิตามินบีชนิดละลายน้ำ ทำหน้าที่เปลี่ยนของเสียอย่างโฮโมซิสทีนให้กลับมาเป็นกรดอะมิโนจำเป็นคือ เมไทโอนีน เพื่อให้ตัวอ่อนสร้างโปรตีนและสารตั้งต้นอย่าง SAM (S-adenosylmethionine) ที่จำเป็นต่อกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายและเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการพัฒนาและการสร้างอวัยวะต่าง ๆ ในระยะการพัฒนาก่อนของไก่ (Liu et al., 2016) กระบวนการดังกล่าวนำไปสู่กลไกการควบคุมพันธุกรรม โดยกรดโฟลิกจะเข้าไปลดระดับเอนไซม์ตัวยับยั้งที่ชื่อว่า DNMT1 ส่งผลให้โครงสร้างดีเอ็นเอบริเวณยีนควบคุมการเจริญเติบโต (IGF2) เกิดการคลายตัวและมีระดับเมทิลเลชันลดลง ทำให้ยีน IGF2 สามารถทำงานและกระตุ้นการสร้างอวัยวะและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนได้อย่างเต็มที่ (Bekhet et al., 2013)

การฉีดกรดโฟลิกเข้าสู่ฟองไข่ในช่วงระยะการพัฒนาของตัวอ่อน พบว่ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมพัฒนาการของอวัยวะภายในและระบบภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อ โดย El Said (2017) รายงานว่าลูกไก่ที่ฟักจากไข่ที่ได้รับกรดโฟลิกมีน้ำหนักสัมพัทธ์ของตับและหัวใจเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขนาดของหัวใจนั้นสอดคล้องกับคุณสมบัติของกรดโฟลิกที่มีฤทธิ์ในการเสริมสร้างเซลล์กล้ามเนื้อให้สมบูรณ์ นอกจากนี้ กรดโฟลิกยังเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อกระบวนการแบ่งเซลล์ของตัวอ่อน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างของอวัยวะน้ำเหลืองที่สำคัญ ได้แก่ ม้าม (Spleen), ต่อมไทมัส (Thymus) และต่อมเบอร์ซา ออฟ ฟาบริเชียส (Bursa of Fabricius) โดยพบว่าอวัยวะเหล่านี้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่ Gonzales et al. (2022) รายงานว่าการฉีดกรดโฟลิกไม่มีผลต่อน้ำหนักสัมพัทธ์ของ ตับ, หัวใจ, กึ้น หรือ ไข่แดง อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อสรุปแน่ชัดในการฉีดกรดโฟลิกด้วยวิธี *in ovo* injection ต่อลักษณะอวัยวะภายในไก่เนื้อหลังฟัก เนื่องจากอายุของไข่มีเชื้อที่ฉีดกรดโฟลิกแตกต่างกัน ดังนั้น วัตถุประสงค์ของสัมมนานี้เพื่อศึกษาผลของ *In ovo* injection โดยการฉีด Folic acid ต่อลักษณะอวัยวะภายในไก่เนื้อหลังฟัก

ผลการใช้กรดโฟลิกต่ออวัยวะภายใน

Gonzales et al. (2022) ได้ทำการศึกษาผลของการฉีดกรดอะมิโนที่มีกำมะถันและกรดโฟลิกเข้าไปในไข่ฟัก ต่อการแสดงออกของยีน น้ำหนักสัมพัทธ์ของอวัยวะ ค่าทางโลหิตวิทยา สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของไก่เนื้อ ในไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 โดยเริ่มทดลองกับไข่มีเชื้อจำนวน 1,200 ฟอง จากแม่พันธุ์อายุ 42 สัปดาห์ เลี้ยงไก่และเก็บข้อมูลจนถึงอายุ 42 วัน (หลังจากฟักเป็นตัว) โดยมีกลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (Control; C) เป็นกลุ่มไข่ปกติที่ไม่ได้รับการเจาะหรือฉีดสารใดๆ, กลุ่มที่ได้รับสารละลายน้ำเกลือ (Saline Solution; SS) โดยไข่ในกลุ่มนี้จะได้รับการฉีด

สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.75% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรเข้าไป, กลุ่มที่ได้รับกรดโฟลิก (Folic Acid; FA) ซึ่งไข่จะได้รับการฉีดสารละลายน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรที่มีส่วนผสมของกรดโฟลิกปริมาณ 0.15 มิลลิกรัม, กลุ่มที่ได้รับกรดอะมิโนกลุ่มซัลเฟอร์ (Sulfur Amino Acids; SAA) โดยจะได้รับการฉีดสารละลายน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรที่ประกอบไปด้วยส่วนผสมของแอล-เมไธโอนีน (L-methionine) เข้มข้น 5.90 มิลลิกรัม และแอล-ซิสทีน (L-cysteine) เข้มข้น 3.40 มิลลิกรัม และ กลุ่มผสม (FA+SAA) ซึ่งไข่จะได้รับการฉีดสารละลายน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรที่มีส่วนผสมรวมกันของสารทั้งสามชนิด ได้แก่ กรดโฟลิก 0.15 มิลลิกรัม รวมกับแอล-เมไธโอนีน 5.90 มิลลิกรัม และแอล-ซิสทีน 3.40 มิลลิกรัม ทำการฉีดสารในวันที่ 1 ของการฟักไข่ โดยทำการฉีดเข้าที่ด้านปลายแหลมของฟองไข่ อยู่ตรงข้ามกับช่องอากาศเพื่อให้สารเข้าไปอยู่ในชั้นไข่ขาว และอุณหภูมิของตู้ฟักอยู่ที่ 37.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60% พบว่าวันที่ 1 (แรกเกิด) และวันที่ 21 กลุ่ม FA ที่มีการฉีดสารละลายกรดโฟลิก 0.15 mg ไข่ฟักไม่ส่งผลกระทบต่ออวัยวะภายในเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มการทดลอง (Table 1) แต่การฉีด FA ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio: FCR) ดีขึ้น (ลดลง) เมื่ออายุ 42 วัน และช่วยเพิ่มการแสดงออกของยีน PAX7 และ MYF5 ในกล้ามเนื้อหน้าอก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างกล้ามเนื้อ

Abdel-Halim et al. (2020) ได้ทำการศึกษาผลของการฉีดกรดโฟลิกและกลูโคสเข้าในไข่ฟักต่ออัตราการฟักออกและสมรรถนะหลังการฟักของไก่เนื้อ ไนไก่เนื้อสายพันธุ์ Arbor Acres โดยเริ่มทดลองกับไข่มีเชื้อจำนวน 900 ฟอง จากพ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุ 55 สัปดาห์ เลี้ยงไก่และเก็บข้อมูลทั้งหมด 35 วัน (หลังฟักเป็นตัว) โดยมีกลุ่มทดลอง 6 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 3 รูปแบบ ได้แก่ กลุ่มควบคุมลบ (Negative Control; NC) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ปล่อยไว้ตามธรรมชาติ ไม่มีการฉีดสารและไม่มีการเจาะเปลือกไข่ ถัดมาคือ กลุ่มควบคุมเจาะแห้ง (Dry Punch Control; DPC) ที่จะทำให้การเจาะรูที่เปลือกไข่และเยื่อหุ้มไข่ แต่ไม่มีการฉีดสารละลายเข้าไป และกลุ่มควบคุมบวก (Positive Control; PC) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฉีดน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรเข้าไป และกลุ่มที่ได้รับการฉีดสารอาหารทดลองนั้นมี 3 รูปแบบ ประกอบด้วย กลุ่มกรดโฟลิก (Folic Acid; FA) ซึ่งไข่จะถูกฉีดด้วยสารละลายที่มีส่วนผสมของกรดโฟลิก 0.2 มิลลิกรัม ละลายอยู่ในน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ต่อมาคือ กลุ่มกลูโคส (Glucose; Glu) ที่ได้รับการฉีดกลูโคสปริมาณ 125 มิลลิกรัม ละลายในน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และกลุ่มผสมระหว่างกรดโฟลิกและกลูโคส (Folic Acid with Glucose; FA+Glu) ซึ่งเป็นการนำสารทั้งสองชนิดมารวมกัน โดยฉีดกรดโฟลิก 0.2 มิลลิกรัม ผสมกับกลูโคส 125 มิลลิกรัม ในปริมาตรน้ำเกลือ 0.5 มิลลิลิตรเท่ากับกลุ่มอื่นๆ ทำการฉีดสารทันทีหลังจากเก็บไข่ที่เพิ่งวางใหม่ๆ ฉีดเข้าไปที่ตำแหน่งไข่ขาว บริเวณใต้ช่องอากาศที่มีความลึก 12 มิลลิเมตร หลังจากทำความสะอาดเปลือกไข่ด้วยแอลกอฮอล์ 70% และเมื่อฉีดเสร็จแล้วจะทำการปิดรูเจาะด้วยพาราฟินก่อนจะนำไปเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 วัน แล้วจึงนำเข้าตู้ฟักที่อุณหภูมิเฉลี่ย 37.5 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 56.5%) พบว่า กลุ่ม FA ที่มีการฉีดกรดโฟลิก 0.2 มิลลิกรัม ละลายอยู่ในน้ำเกลือปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เข้าไปในไข่ฟักไม่ส่งผลกระทบต่ออวัยวะภายในของไก่เนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มการทดลอง (Table 2) แต่การฉีด FA ส่งผลดีต่ออัตราการรอดชีวิตของไก่โดยอยู่ที่ 98.9% ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับทุกกลุ่มการทดลอง

Parnian et al. (2019) ได้ทำการศึกษาผลของการฉีดกรดนิโคติน กรดแพนโทธิก หรือกรดโฟลิกเข้าในไข่ฟักต่อระบบภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ไนไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 ไข่ไข่มีเชื้อจำนวน 450 ฟอง การทดลองเริ่มตั้งแต่วัยที่เป็นไข่ฟัก (ฉีดสารเข้าในไข่) และเลี้ยงไก่ต่อจนถึงอายุ 42 วัน โดยมีกลุ่มการทดลอง 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่ฉีดสารใดๆ, กลุ่มที่ฉีดเพียงน้ำเกลือ, และกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มที่ฉีดวิตามินเข้าถุงลมไข่ในวันที่ 14 คือ กรดนิโคติน

(0.121 มก.), กรดแพนโทธินิก (0.052 มก.) และกรดโฟลิก (0.007 มก.) ทำการฉีดในวันที่ 14 ของการฟักไข่ ฉีดเข้าไปที่บริเวณช่องอากาศ ซึ่งอยู่ที่ส่วนป้าน (ด้านกว้าง) ของฟองไข่ จากนั้นนำไข่กลับเข้าถาดฟักและเข้าตู้ฟักที่อุณหภูมิ 37.8°C และความชื้น 65% พบว่า เมื่อไก่อายุ 42 วัน ผลของการฉีดกรดโฟลิกไม่ส่งผลต่ออวัยวะภายในของไก่เนื้อ แต่ค่าตับและค่าหัวใจมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนต่อม Bursa of Fabricius มีค่าเท่ากับเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมลบแต่มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมบวก (Table 3) และกลุ่มที่ฉีด FA มีค่า Heterophil to Lymphocyte ratio (H/L ratio) ต่ำที่สุด ซึ่งค่านี้เป็นดัชนีชี้วัดความเครียดในสัตว์ ผลที่ได้จึงระบุว่า FA ช่วยให้ไก่มีสุขภาพดีและมีความเครียดต่ำ

จากงานวิจัยทั้ง 3 ฉบับ จึงสรุปผลไปในทิศทางเดียวกัน คือการฉีดโฟลิกเข้าไปในไข่ฟักที่มีเชื้อ ไม่ส่งผลต่ออวัยวะภายในของไก่เนื้อ ได้แก่ หัวใจ ตับ ม้าม ต่อมไทมัส และต่อม Bursa of Fabricius แต่อาจส่งผลในด้านอื่น ซึ่งมีอีกงานวิจัยได้ทำการศึกษาผลของการฉีดกรดโฟลิกในไข่ต่อการแสดงออกของยีน IGF2 ในตับและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนไก่เนื้อในไก่เนื้อสายพันธุ์ Cobb ใช้ไข่มีเชื้อจำนวน 360 ฟอง โดยฉีดกรดโฟลิกเข้าไปที่ถุงไข่แดงปริมาณ 0, 50, 100, 150 ไมโครกรัม ในไข่ที่น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 65.7±0.3 กรัม ณ วันที่ 11 ของการฟัก เก็บข้อมูลไก่อายุ 1 วันหรือแรกเกิดหลังจากฟักทันที มีผลต่อตับและต่อม Bursa เมื่อฉีด FA ที่ 150 ไมโครกรัม แต่ไม่ส่งผลต่อม้ามและหัวใจ ถือว่าเป็นผลลัพธ์ในทางที่ดีสะท้อนถึงการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและการพัฒนาของอวัยวะภายใน ซึ่งไม่ได้บ่งชี้ถึงความผิดปกติหรือการบวมโตของอวัยวะในทางลบ เนื่องจากงานวิจัย 3 ฉบับก่อนหน้ามีการชำแหละซากไก่ที่ช่วงอายุและบริเวณที่ฉีดกรดโฟลิกแตกต่างจากงานวิจัยของ Liu et al. 2016 อาจส่งผลให้คุณภาพซากมีความแตกต่างกัน

Table 1 Impact of in ovo injection of folic acid on relative organ weights (%) of Ross 308 broilers on the 1st day of incubation.

Parameters	Treatments					SEM	p-Value
	C	SS	FA	SAA	FA+SAA		
Day 1							
Heart	0.82	0.74	0.67	0.54	0.74	0.17	0.56
Spleen	0.23	0.23	0.22	0.22	0.30	0.03	0.11
Thymus	0.38 ^a	0.27 ^{ab}	0.33 ^{ab}	0.22 ^b	0.23 ^b	0.05	0.03
Bursa of Fabricius	0.23	0.23	0.26	0.22	0.37	0.09	0.45
Liver	2.66	2.90	2.94	2.63	2.64	0.16	0.17
Day 21							
Heart	0.63	0.67	0.61	0.63	0.67	0.04	0.47
Spleen	0.07 ^b	0.10 ^{ab}	0.09 ^{ab}	0.10 ^{ab}	0.13 ^a	0.02	0.03
Thymus	0.54 ^b	0.49 ^b	0.50 ^b	0.55 ^{ab}	0.64 ^a	0.04	0.02
Bursa of Fabricius	0.18	0.18	0.18	0.20	0.19	0.03	0.90

^{a, b} Means with different letters in line differ by SNK test ($p < 0.05$).

*Treatments: Control: non-injected; SS: Saline solution 0.75% NaCl 0.5 ml; FA: folic acid 0.15 mg; SAA: sulfur amino acids(L-methionine 5.90 mg, L-cysteine 3.40 mg; FA+SAA: Folic acid 0.15 mg + Methionine 5.90 mg + Cysteine 3.40 mg

Source: Gonzales et al. (2022)

Table 2 Impact of in ovo injection of folic acid into freshly laid eggs from Arbor Acres broiler breeders on giblets (%) to live body weight (means \pm Standard Error) of broiler chickens.

Parameters	Negative control	Dry punch control	Positive control	Folic acid (0.2 mg /egg)	Glucose (125 mg/egg)	Folic acid and Glucose (0.2 mg FA+125 mg Glu /egg)	p-Value
Heart (%)	0.50 \pm 0.02	0.58 \pm 0.02	0.52 \pm 0.02	0.57 \pm 0.02	0.51 \pm 0.02	0.55 \pm 0.02	0.0765
Liver (%)	2.29 \pm 0.08	2.44 \pm 0.09	2.34 \pm 0.09	2.12 \pm 0.09	2.29 \pm 0.08	2.35 \pm 0.08	0.1868
Spleen (%)	0.10 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.12 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.1206
Thymus (%)	0.69 \pm 0.03	0.71 \pm 0.03	0.64 \pm 0.03	0.62 \pm 0.03	0.63 \pm 0.03	0.66 \pm 0.03	0.3642
BF (%)	0.14 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.15 \pm 0.02	0.14 \pm 0.02	0.16 \pm 0.02	0.0985

No significant differences were observed. BF: Bursa of Fabricius

Source: Abdel-Halim et al.(2020)

Table 3 Impact of in ovo injection of folic acid on the relative weights of organ (%) of Ross 308 broilers

Parameters	Negative Control	Positive Control	Nicotinic acid	Pantotenic acid	Folic acid	SEM	p-Value
Heart	0.46	0.44	0.50	0.46	0.48	0.25	0.20
Liver	1.86 ^b	1.91 ^b	2.24 ^a	2.14 ^{ab}	2.14 ^{ab}	0.31	0.01
Spleen	0.13	0.14	0.10	0.12	0.12	0.57	0.20
Bursa of Fabricius	0.17	0.25	0.16	0.17	0.17	0.63	0.06
Thymus	0.47	0.52	0.61	0.53	0.56	0.12	0.40

^{a, b} Means in the same column without a common superscript differ significantly ($p < 0.05$)

*Treatments: Negative Control: non-injected; Positive Control: physiological serum 1 ml; Nicotinic acid: 0.121 mg; Pantotenic acid: 0.052 mg; Folic acid: 0.007 mg

Source: Parnian et al.(2019)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัย 3 ฉบับ ที่เกี่ยวข้องกับผลของ *In ovo* injection โดยการฉีด Folic acid ต่อลักษณะอวัยวะภายในไก่เนื้อหลังฟัก ตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ. 2019 - 2022 โดยการฉีด Folic acid ที่ปริมาณ 0.007 0.15 และ 0.2 มิลลิกรัม เข้าไปในไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิไม่ส่งผลต่ออวัยวะภายในของไก่เนื้อ อย่างไรก็ตาม การฉีดกรดโฟลิกอาจส่งผลในด้านอื่นในไก่เนื้อ และช่วงเวลาในการชำแหละซากอาจมีผลต่ออวัยวะภายในของไก่เนื้อ

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2568. **ผลิตภัณฑ์ไก่ไทยปี 2568.**

<https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Chicken-Industry-IAO139-FB-26-06-25.aspx>. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2568.

Abdel-Halim, A., Mohamed, F.R., Elmenawey, M.A. and Gharib, H.B. 2020. “Impact of in ovo injection of folic acid and glucose on hatchability and post-hatching performance of broiler chickens”. **World’s Veterinary Journal**. 10(4): 481-491.

Bekhet, G. M., Al-Kahtani, M. A., and Abdel-Moneim, A. M. 2013. “The protective effects of vitamin C and folic acid against methylmercury teratogenicity in chick embryo”. **Journal of Cell and Animal Biology**. 7(7), 77-84.

El-Said, E. A. 2017. “Effect of fortification of eggs with folic acid during incubation and post hatch ascorbic acid supplementation on productive performance, blood constituents and immune status of broiler chicks”. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**. 20(2), 277–285.

Gonzales, N. F. G., Leão, A. P. A., Alvarenga, R. R. and Zangeronimo, M. G. 2022. “The effects of in ovo injection with sulfur amino acids and folic acid on the gene expression, relative organ weights, hematologic parameters, performance, and carcass characteristics of broiler chickens”. **Animal Biotechnology**. 34(7): 2207-2218.

Liu, Y., Zhi, L., Shen, J., Li, S., Yao, J., and Yang, X. 2016. “ Effect of in ovo folic acid injection on hepatic IGF2 expression and embryo growth of broilers”. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. 7(40).

Parnian, A., Navidshad, B., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Behmaram, R. and Deldar, H. 2019. “Effect of in ovo injection of nicotonic acid, pantothenic acid or folic acid on immune system and growth of broiler chickens”. **Iranian Journal of Veterinary Medicine**. 13(4): 409-418.

Zhang, Y., Zhang, N., Liu, L., Wang, Y., Xing, J. and Li, X. 2021. “Transcriptome analysis of effects of folic acid supplement on gene expression in liver of broiler chickens”. **Frontiers in Veterinary Science**. 8: 686609.