

ชนัดดา สุวรรณวิชนีร์

นักศึกษาปริญญาโท คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ดร.ประภากร ชา拉ฉาย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

๒๔๐๙๑๕

# การกระจาย ของสารเมลานิน ในไก่กระดูกดำ



ใบ ชั้นผิวหนังของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงจะมีเซลล์เมلانินไซท์ (Melanocyte) ที่ทำหน้าที่สร้างสารเมلانินแทรกตัวอยู่ด้วย ความดำเนินผิวหนังของสัตว์ เส้นขน และเส้นผมนั้นเกิดจากการสะสมของสารสีเมلانิน (Melanin) ในสัตว์ที่ไม่ถูกสะสมของสารเมلانินบนผิวหนัง เส้นขน หรือเส้นผม จะเรียกว่า “สัตว์เผือก” สีดำที่ผิวหนังนั้นมีประโยชน์ต่อชีวิตอย่างมาก ธรรมชาติได้สร้างสรรค์มาอย่างนั้น สารเมلانินที่ผิวหนังจะมีส่วนช่วยในการป้องกันการแตกตัวของอิオン (Ion) ภายในเซลล์เมื่อผิวหนังได้รับรังสีอัลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet, UV) ป้องกันอาการไหม้ของเซลล์ผิวหนัง และสามารถป้องกันมะเร็งผิวหนังที่เกิดจากการได้รับรังสี UV ที่มากเกินไปได้ด้วย

ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง จะมีการสะสมสารเมلانินที่บริเวณผิวหนัง โดยปริมาณสารเมلانินที่สะสมนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละอวัยวะ กลไกการสร้างสารเมلانินนั้นจะเกิดขึ้นในเซลล์เมลาโนไซท์ (Melanocyte cell) เซลล์นี้จะผังตัวอยู่ในชั้นของผิวหนังในส่วนของหนังแท้ (Dermis) ภายใน

เมลาโนไซต์จะมีออร์แกนอลล์(Organelles) เช่นสารสำหรับการสังเคราะห์สารเมลานิน เรียกว่า เมลาโนโซม(Melanosome) ภายในเมลาโนไซมจะมีเอนไซม์ไทโรซีนase(Tyrosinase) และองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์สารเมلانิน เมื่อสังเคราะห์สารเมلانินได้แล้วก็จะเคลื่อนย้ายไปยังเกราตินไซต์ (Keratinocyte) ที่อยู่รอบๆ โดยพบว่าเซลล์เมลาโนไซต์ 1 เซลล์จะสามารถสร้างเมลาโนไซมจากจ่ายให้แก่เกราตินไซต์ที่อยู่รอบๆ ได้ถึง 36 เซลล์ เราระบุเซลล์เมลาโนไซต์ 1 เซลล์และเกราตินไซต์ทั้ง 36 เซลล์ รวมกันว่า อพิเดอร์มอล เมลานิน ยูนิต(Epidermal melanin unit)

### สาเหตุของความดำ

การสร้างสารเมلانินหรือการสร้างเม็ดสีดำได้ผ่านชั้นของสัตว์มีกระดูกสันหลังนั้นมีปัจจัยควบคุมได้แก่ พันธุกรรม ออร์มอน และสิ่งแวดล้อม



พันธุกรรม จะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์สารเมلانินโดยเมลาโนไซต์ อัตราการเคลื่อนย้ายเมلانินไปยังเกราตินไซต์ ขนาดของอพิเดอร์มอล เมลานิน ยูนิต และเมลาโนไซม รูปแบบของการรวมกลุ่มกันของสารเมلانิน เช่น คนนิกรจะมีผิวสีดำกว่าคนเอเชีย เนื่องจากเมลาโนไซมมีขนาดใหญ่กว่าและมีจำนวนมากกว่าด้วย

ออร์มอน จะมีผลต่อการควบคุมการสร้างเมلانินในมนุษย์ เช่น ออร์มอนเมลาโนไซต์ สติมูลेटิง ออร์มอน (Melanocyte stimulating hormone) ซึ่งมีผลต่อไปกระตุ้นเซลล์เมลาโนไซต์ที่ผิวนังให้ผลิตสารเมلانินออกมากขึ้น ในผู้หญิงตั้งครรภ์ออร์มอนเอสโตรเจน(Estrogen) และโปรเจสเตอโรน(Progesterone) จะไปกระตุ้นให้เซลล์เมลาโนไซต์ที่อยู่บริเวณใบหน้า หน้าท้อง และผิวนังบริเวณหัวนมสร้างสารเมلانินมากขึ้น เป็นต้น

สิ่งแวดล้อม ผิวนังสีดำอาจมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดบาดแผลจนเป็นรอยแผลเป็น การถูกกระตุ้นโดยรังสีอัลตราไวโอเลต และการติดเชื้อโรคบางชนิดก็อาจมีผลไปกระตุ้นให้มีการสร้างสารเมلانินได้ เช่นกัน

### ความดำกี่แท้จริง

ในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงทั่วไปจะมีการสะสมสารเมلانินเช่นบริเวณผิวนังเส้นขน เส้นผม และม่านตา เท่านั้น แต่ในไก่กระดูกทำจะเป็นความดำที่แทรกต่าง กล่าวคือ ความดำนั้นจะพบได้ตามเนื้อเยื่อเกี้ยวพัน(Connective tissues) ที่แทรกตัวอยู่ตามอวัยวะต่างๆ หลายตำแหน่งของร่างกาย ได้แก่ เนื้อเยื่อ Perimysium ที่แทรกตัวอยู่ในกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อ Periosteum ที่หุ้มกระดูก หลอดลม(Trachea) เนื้อเยื่อแขวนลำไส(Mesentry) หลอดอาหาร(Digestive canals) รังไข่(Ovary) และอัณฑะ(Testis) เป็นต้น



จากการวิเคราะห์ habrimelanin ที่อยู่ในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายไก่ โดย Muroya และคณะ(2000) และ Chen และคณะ(2008) ซึ่งปรากฏว่า ปริมาณสารเมلانินในเนื้อเยื่อ Periosteum ที่หุ้มกระดูกมีมากกว่าอวัยวะส่วนอื่นของร่างกาย รองลงมาได้แก่ อวัยวะสีบพันธุ์(รังไข่และอัณฑะ) หลอดลม และผิวนัง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่าจากข้อมูลงานวิจัยทั้ง 2 นี้ ปริมาณสารเมلانินในแต่ละอวัยวะมีค่าใกล้เคียงกัน Muroya และคณะ(2000) จึงสรุปไว้ว่าการสะสมสารเมلانินในเนื้อเยื่อ(Fibromelanosis) ในไก่กระดูกทำจะปรากฏในเนื้อเยื่อและตามอวัยวะต่างๆ โดยมีแบบแผนที่จำเพาะเฉพาะ โดยจะเกิดขึ้นกับเซลล์ที่เริญพัฒนามาจากเซลล์นิวโรล เครสท์(Neural crest) ส่วนเนื้อเยื่อที่เจริญมาจากเนื้อเยื่อชั้นอื่น จะไม่พบรากурсของสารสีเมلانิน ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นจึงตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ในเซลล์

## สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นิวรอล เครสท์เมเซลล์ต้นแบบของเซลล์เมลาโนไซร์ตอญี่ปุ่นด้วย ซึ่งเมื่อเซลล์นิวรอล เครสท์มีการเจริญพัฒนาต่อไปเป็นอวัยวะต่างๆ ก็จะมีการกระจายตัวของเซลล์เมลาโนไซร์ติดตามไปด้วย

### เนื้อยื่อชนิดต่างๆ

การแบ่งเซลล์ของตัวอ่อนในระหว่างการพัฒนาไปเป็นอวัยวะต่างๆ จะเริ่มต้นด้วยเนื้อยื่อ 3 ชั้น ได้แก่

- เนื้อยื่อชั้นใน(Entoderm) จะเจริญต่อไปเป็นระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และระบบต่อมไร้ท่อ
- เนื้อยื่อกลาง(Mesoderm) จะเจริญต่อไปเป็นกระดูก กล้ามเนื้อ เลือด ระบบสืบพันธุ์ และระบบขับถ่าย
- เนื้อยื่อชั้นนอก(Ectoderm) เจริญต่อไปเป็นผิวหนัง ขน ปาก เล็บเท้า ระบบประสาท เลนส์และจอภาพของดวงตา  
เยื่อบุผิวของปากและทวาร(นิวรอล เครสท์ จะเจริญมาจากการเนื้อยื่อชั้นนี้)



ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารเมลานินในเนื้อยื่อของอวัยวะต่างๆ ของไก่พันธุ์ซิลก์ (ไก่กระดูกคำ) และพันธุ์ไวท์เลิกออร์น

อวัยวะ	ปริมาณสารเมلانิน (mg/g)		
	ไวท์เลิกออร์น <sup>1</sup>	ไก่กระดูกคำ <sup>1</sup>	ไก่กระดูกคำ <sup>2</sup>
เนื้อยื่อหุ้มกระดูก(โคนขา)	0.27	21.0	21.3
รังไข่ หรือ อันทะ	0.14	9.7	10.7
หลอดลม	0.60	8.6	10.2
หนัง	0.012	0.944	1.1
ไส้ตัน	0.053	0.889	NA
หัวใจ	0.112	0.124	NA
ตับ	0.092	0.072	NA
Supracoracoideus	0.009	0.067	NA
เนื้อหน้าอก	0.010	0.050	1.0
ก้น	0.046	0.039	NA

ที่มา : <sup>1</sup> Muroya et al. (2000) ; <sup>2</sup> Chen et al. (2008)

ตารางที่ 2 แสดงการสะสมเม็ดสีเมลานินของเนื้อเยื่อบริเวณกะโหลกศีรษะและหัวใจ(Cephalic และ Cardiac tissues) ในไก่ชิลกี้(ไก่กระดูกดำ)

เนื้อเยื่อ/อวัยวะ <sup>1</sup>		เซลล์ต้นกำเนิด <sup>2</sup>	สารเมلانิน <sup>3</sup>
Neurocranium	Parietal bone	NC	+
	Frontal bone	NC	+
Viscerocranium	Palatine bone	NC	+
	Maxilla	NC	+
Dura mater		NC	+
Brain Cerebrum		-	-
Cerebellum	White matter	-	-
	Gray matter	-	+
Medulla oblongata		-	-
Optic chiasma		-	-
Lingual muscles		-	-
Cranial nerves		-	-
Cephalic connective tissues		NC	+
Cardiac artery		NC	+

หมายเหตุ :

<sup>1</sup> ไก่ที่ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อเยื่อส่วนศีรษะ(Cephalic tissue) จำนวน 4 ตัว และ เนื้อเยื่อหัวใจ(Cardiac tissues) จำนวน 6 ตัว

<sup>2</sup> NC และ - บ่งบอกถึงเซลล์ที่มีการพัฒนามาจากเซลล์นิวรอล เครสท์(Neural crest) และเนื้อเยื่ออื่นๆ ตามลำดับ

<sup>3</sup> + และ - บ่งบอกถึงมีการพบการสะสมของสารเมلانิน และไม่มีการสะสมของสารเมلانินตามลำดับ

ที่มา : Muroya et al. (2000)

## สารเมلانิน 2 ชนิด

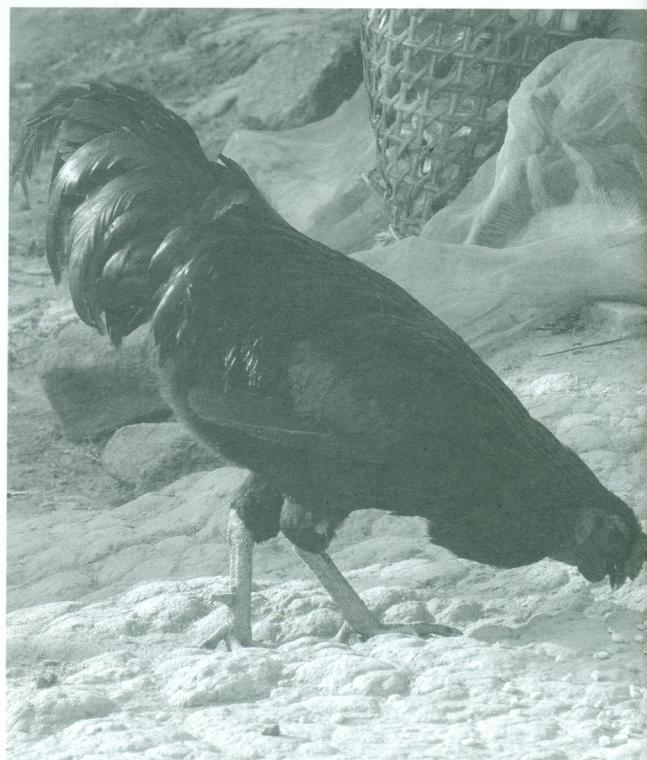
สารเมلانินจะถูกสังเคราะห์ขึ้นในเมลาโนไซม ซึ่งอยู่ในไซโคลพลาสซึม(Cytoplasm) ของเซลล์เมลาโนไซต์ ภายในไซโคลพลาสซึมจะบรรจุเอนไซม์ไทโรซีนаз(Tyrosinase) ที่ผลิตมาจากไรโบโนไซม(Ribosomes) แล้วส่งผ่านมาทางเอนไซโคลาสติก เรติคูลัม(Endoplasmic reticulum) เข้าไปเก็บไว้ในกลัดจิ(Golgi) โดยมีกรดอะมิโนไทโรซีน(Tyrosine) เป็นสารตั้งต้น มีเอนไซม์ไทโรซีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จนได้ Dopa-quinone สุดท้ายจะได้สารเมلانิน 2 ชนิด

สารเมلانินที่สังเคราะห์ขึ้นจากเมลาโนไซมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้างและสีสัน ได้แก่

1. ยูเมلانิน(Eumelanin) เป็นสารเมلانินที่ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ จะให้สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ

2. ฟีโอมelanin(Phaeomelanin) เป็นสารเมلانินที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ(เนื่องจากมีกรดอะมิโนซีสเตอีน(Cysteine) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา) จะให้สีแดง และสีเหลือง

สีดำที่เราเห็นตามผิวนังและเนื้อเยื่อต่างๆ จะมีความเข้มและมีสีสันที่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณและ



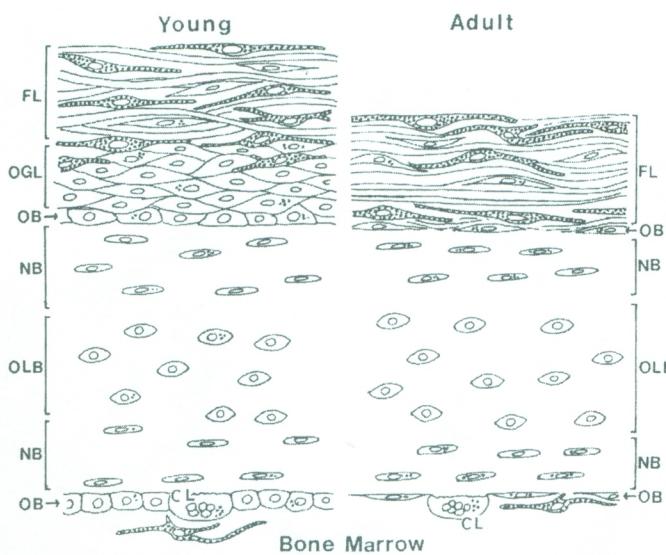
สัดส่วนของสารเมลานินทั้ง 2 ชนิดนี้ที่อยู่ตามเนื้อเยื่อนั้น แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์หัวนิดของสารเมลานินโดยใช้ คลื่นอินฟราเรดของ Muroya และคณะ(2000) ปรากฏว่า สารเมลานินในเนื้อเยื่อ Periosteum ที่หัมกระดูกและไข่ไก่มีสารเมลานินชนิดฟีโอมelanin เป็นส่วนประกอบหลัก ในขณะที่ สารเมลานินในรังไข่และอันทะจะเป็นชนิดคิมelanin เป็นส่วนใหญ่

### กำถังกระดูก

ลักษณะเด่นของไก่กระดูกดำที่จะบอกได้ว่าไก่ตัวนั้น เป็นไก่กระดูกดำแท้หรือไม่ก็คือ ความด้านของกระดูก นี่จึงเป็น ที่มาของชื่อ “ไก่กระดูกดำ(Black-boned chickens)” อย่างไรก็ตาม กระดูกไก่ไม่ได้พัฒนามาจากเนื้อเยื่อขั้นนอก หรือไม่ได้พัฒนา มาจากเซลล์นิวโรล เครสต์ จึงมีคำตามว่าจะมีเซลล์เมลาโนไซต์ บรรจุอยู่ภายในเซลล์กระดูกหรือไม่ หรือสารเมลานินที่กระดูก นั้นมาจากไหน เกี่ยวกับเรื่องนี้ Hirano(1990) จึงได้ศึกษา การกระจายของสารเมลานินในเซลล์กระดูกพบว่า สารเมลานิน ไม่ได้มีเฉพาะในส่วนของเนื้อเยื่อ Periosteum ที่หัมกระดูก เท่านั้นแต่ยังพบสารเมลานินกระจายไปยังเซลล์อื่นที่อยู่โดย รอบรวมทั้งกระดูกเข้าไปในเนื้อกระดูกด้วย อย่างไรก็ตาม พบร้าในไก่เล็ก(อายุ 3 สัปดาห์) พบร้ามีปริมาณสารเมลานิน อยู่ในปริมาณน้อย ส่วนในไก่ใหญ่(อายุ 2 ปี) ตรวจพบ สารเมลานิน ในปริมาณมากกว่าและพบในเนื้อกระดูก(Osteocyte) เฉพาะส่วนที่อยู่ใกล้กับบริเวณผิวนอกของกระดูกเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า สารเมลานินไม่ได้สร้างขึ้นที่ กระดูกเนื่องจากไม่มีเซลล์เมลาโนไซต์ แต่ที่พบสารเมลานิน



ในเนื้อกระดูกนั้นเป็น เพราะว่าสารเมลานินที่สร้างจากเซลล์ เมลาโนไซต์ที่อยู่ในเนื้อเยื่อ Periosteum นั้นจะกระจายเข้าไป ยังเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างกระดูก(Osteogenic cells หรือ Osteoblast) ก่อนที่จะมีการแบ่งตัวเป็นเนื้อกระดูก(Osteocyte) เมื่อมีการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเนื้อกระดูกก็จะมีสารเมลานิน ติดไปด้วย จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่พบสารเมลานินในไก่เล็ก บริเวณน้อย เนื่องจากมีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็วเพื่อเพิ่ม ขนาดของเนื้อเยื่อและกระดูก ในขณะที่เมื่อไก่อายุมากขึ้น การแบ่งเซลล์จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ จึงพบสารเมลานินใน บริเวณมากกว่าและจะกระจายอยู่เฉพาะเนื้อกระดูกบริเวณ ที่ผิวนอกเท่านั้น.



ภาพที่ 1 แสดงการกระจายของเซลล์ที่บรรจุสารเมลานิน และเซลล์เมลาโนไซต์ในเนื้อกระดูก ของไก่ชิลกี้อายุน้อย(3 สัปดาห์) และอายุมาก(2 ปี) จะเห็นว่าในไก่อายุน้อย พบร้าสารเมลานินจะกระจายไปในทุกชั้นของเนื้อเยื่อ Periosteum และใน เนื้อกระดูกแต่ก็มีบางเซลล์ที่ไม่พบสารเมลานินอยู่ ส่วนในไก่อายุมากจะพบสารเมลานินจำนวนมากอยู่ในชั้นเซลล์ แต่ไม่พบในเนื้อกระดูกที่มีอายุมาก(FL = fibrous layer, OGL = osteogenic layer, OB = osteoblast, NB = new bone, OLB = old bone, CL = osteoclast)

ที่มา : Hirano (1990)

- ประภากร ราษฎร์. (2555). ไก่กระดูกดำ อาหารมหัศจรรย์. แม่โจ้บริทัค 13(4): 53-60.
- อนุชา แสงสิงหนาท. (2539). การพัฒนาและการจัดการโรงฟักไข่. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อเดียนสโตร์.
- Chen, S.R., B. Jiang, J.X. Zheng, G.Y. Xu , J.Y. Li and N. Yang. (2008). Isolation and characterization of natural melanin derived from silky fowl(*Gallus gallus domesticus* Brisson). Food Chemistry 111 : 745-749.
- Hirano, S. (1990). Observations on pigment granules in the bones of silky fowls. Arch. Histol. 53(1): 89-93.
- Muroya, S., R.I. Tanabe, I. Nakajima and K. Chikuni. (2000). Molecular characteristics and site specific distribution of the pigment of the silky fowl. Journal of Veterinary Medical Science 62(4): 391-395.
- Weiss, L. (1983). Histology Cell and Tissue Biology. 5th ed. New York: Elsevier Science.

