

คาโรทีนอยด์ในสัตว์ต่าง ๆ

สุพิศ จินดาวณิก

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คาโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุ (pigments) ที่มีสีแตกต่างกันจากเหลืองส้มถึงแดงปรากฏอยู่ในพืชและสัตว์หลายชนิด มีสูตรทางเคมีใกล้เคียงกับไวตามินเอ ความสำคัญก็คือ คาโรทีนอยด์หลายชนิดสามารถเปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีประโยชน์ในด้านที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ นอกจากนั้นสัตว์หลายชนิดยังสามารถเก็บคาโรทีนอยด์ไว้ในร่างกายอีก โดยมีคาโรทีนอยด์แตกต่างกัน และในปริมาณต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้นสารคาโรทีนอยด์จึงแสดงคุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของสัตว์นั้น ๆ ด้วย

คาโรทีนอยด์ที่สำคัญที่สุด คือ beta-carotene เพราะเปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ดีในร่างกาย (vitamin A active) นอกจากนี้มี alpha- และ gamma-carotene, cryptoxanthine และ furanoid เป็นต้น คาโรทีนอยด์ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ (vitamin A inactive) มีเช่น lycopene, leaf xanthophyll, zeaxanthine เป็นต้น

การที่คาโรทีนอยด์ถูกเก็บอยู่ในร่างกายของสัตว์แตกต่างกันนี้ เนื่องจากอาหารที่กินแตกต่างกันและความสามารถของสัตว์ที่จะดูดซึม หรือไม่ดูดซึม หรือเปลี่ยนแปลงคาโรทีนอยด์แตกต่างกัน

สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ไม่สามารถเปลี่ยนคาโรทีนเป็นไวตามินเอได้ แต่บางจำพวกสามารถเปลี่ยนคาโรทีนให้เป็นคาโรทีนอยด์ชนิดอื่นได้ คือ astaxanthine (10) สัตว์น้ำต่าง ๆ เช่น หอยจำพวก Gastropoda ชนิดที่กินพืชเป็นอาหารเก็บคาโรทีน แต่ชนิดที่กินเนื้อสัตว์อื่นเก็บ xanthophyll ไว้ในตัวของมัน^{1,2} ยังมี beta-carotene³ สำหรับปลาน้ำเค็มไม่มีคาโรทีนอยด์ แต่มีไวตามินเออยู่มากในตับ พวกครึ่งบกครึ่งน้ำเช่นกบ มี xanthophyll สะสมอยู่มากกว่า carotene และพบที่ผิวหนัง ตับ ปอด มดลูก และที่ส่วนไขมัน (10)

พวกสัตว์ปีกสามารถเปลี่ยนคาโรทีนเป็นไวตามินเอได้ดีที่ดำได้และที่ทึบ (เนื้อเยื่อ) อื่น ๆ และสามารถเปลี่ยนคาโรทีนอยด์ชนิดอื่นให้เป็น cryptoxanthine ซึ่งเป็น vitamin A active (8) cryptoxanthine นี้จะเปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ดีที่ดำได้ แต่เมื่อผ่านเข้าในร่างกายแล้วปรากฏว่า cryptoxanthine ไม่เปลี่ยนเป็นไวตามินเอได้ดี แต่ไปเร่งการเจริญเติบโตของไก่ได้ดีประมาณครึ่ง

¹ Biochem. Rev. 1957, 26:277.

² Nature 1956, 178:93.

³ Biochem. Rev. 1954. (vol.23).

หนึ่งของ beta-carotene (1) xanthophyll ซึ่งมีย่อยมากในหญ้าเป็นคาโรทีนอยด์ที่สะสมอยู่ในร่างกายมากที่สุดโดยเฉพาะที่ส่วนไขมัน นอกจากนี้ยังพบที่หนังหน้าแข้งและขน ของไก่บางพันธุ์

สำหรับไข่ของสัตว์ปีกนั้น ผลจากการวิเคราะห์ของ Grimbleby และ Black (8) ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ปรากฏว่าไข่ของแม่ไก่โรดไอส์แลนด์มี xanthophyll มากที่สุด cryptoxanthine และ beta-carotene มีย่อยในจำนวนเล็กน้อย คือในอัตราส่วนประมาณ 1000:31:3 ของทั้งสามอย่างตามลำดับ

พวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ไขมันในร่างกายไม่มีสี เช่น แพะ แกะ หมู สุนัข แมว หนู ไม่เก็บคาโรทีนอยด์ไว้ในร่างกาย เนื่องจากสัตว์เหล่านี้ไม่สามารถดูดซึม pigments ผ่านทางลำไส้ได้ หรือเนื่องจาก pigments เหล่านี้สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอซึ่งเป็นสารไม่มีสีที่ลำไส้ได้คั้น นอกจากคาโรทีนอยด์ที่ดูดซึมเข้าลำไส้ได้บ้าง ยังถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้อีกที่อวัยวะต่าง ๆ เช่น ตับ ปอด และทรวงอก

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่สะสมคาโรทีนอยด์ในร่างกาย ได้แก่ วัว ม้า และมนุษย์ เป็นต้น pigments ที่มีมากที่สุดคือในวัว คือ beta-carotene เนื่องจากวัวเปลี่ยน carotene ให้เป็นวิตามินเอไม่ได้ดังเช่นสัตว์อื่น ๆ (9) ม้าก็มีคาโรทีนอยู่มากกว่าชนิดอื่น แต่สีเหลืองของพลาสมาในม้า นั้นเนื่องจากสีของ bilirubin

ในมนุษย์ปรากฏว่า สีเหลืองของพลาสมาและ

ไขมันในร่างกายส่วนใหญ่เนื่องจากคาโรทีนอยด์มนุษย์แตกต่างจากสัตว์อื่น ๆ คือ ดูดซึมและเก็บคาโรทีนอยด์ได้ไม่เลือกชนิด แต่ที่มีย่อยส่วนใหญ่คือ beta-carotene. Blankenhorn (2,3) ได้แยกคาโรทีนอยด์ในซีรัมและทรวงอกของมนุษย์โดยวิธี chromatography พบ alpha-, beta-, และ gamma-carotene อยู่ใน fraction ที่หนึ่ง; prolycopene, lycopene, diester carotenols และ "unknown" carotenoids ใน fraction ที่สอง; lutein, cryptoxanthine, zeaxanthine, capsanthin และ capsorubin ใน fraction ที่สาม

Goodwin (7) และ Ganguly (6) ได้วิเคราะห์หาสารคาโรทีนอยด์ คือ carotenes และคาโรทีนอยด์ชนิดอื่น ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ xanthophyll (carotenol) จากผลที่ได้แบ่งสัตว์เป็นจำพวก ๆ ตามความสามารถที่จะเก็บคาโรทีนอยด์ทั้งสองชนิดนี้ไว้ได้มากและน้อย ดังแสดงในตารางที่ 2

Ganguly (6) ให้ความเห็นว่า การที่สัตว์แต่ละชนิดสามารถดูดซึมและเก็บคาโรทีนอยด์ไว้ในทรวงอกต่าง ๆ กันนั้น เนื่องจากในโลหิตและทรวงอกมีโปรตีนเป็นตัวรับคาโรทีนอยด์แตกต่างกัน คำอธิบายนี้อาศัยหลักฐานต่าง ๆ ที่ว่าคาโรทีนอยด์และวิตามินเออยู่ร่วมกับโปรตีนในโลหิตและทรวงอก

Palmer (12), Dzialoszynski (4), และ Oncley (11) ได้พิสูจน์ว่า คาโรทีนอยด์ในโลหิตของมนุษย์อยู่ร่วมกับ lipoprotein Ganguly (5) ได้ศึกษาคาโรทีนอยด์และวิตามินเอในโปรตีนน้ำเหลืองของสัตว์ต่าง ๆ ทราบว่า ไก่มี vitamin A ester อยู่

ตารางที่ 1

ปริมาณของ xanthophyll, cryptoxanthin และ beta-carotene ในไข่ของแม่ไก่โรดไอส์แลนด์ซึ่งเลี้ยงด้วยเรซินเมสตีฟซ์ที่ไม่มี pigments แต่ปล่อยเลี้ยงในลานหญ้า¹

แม่ไก่เลขที่	Xanthophyll	Cryptoxanthin	Beta-carotene	น้ำหนักเฉลี่ย (ของไข่แดง)
	<i>mg/egg</i>	<i>mg/egg</i>	<i>mg/egg</i>	<i>g</i>
43	0.68	0.019	0.002	19.6
46	0.74	0.023	0.004	19.2
107	0.52	0.015	0.002	18.4
162	1.27	0.047	trace	20.7

¹ อัตราส่วนของ xanthophyll : cryptoxanthin : beta-carotene ในไข่แดง จำนวนแล้วได้ดังนี้

แม่ไก่เลขที่ 43	1000:28:3
„ 46	1000:31:5
„ 107	1000:29:4
„ 162	1000:37: trace

ตารางที่ 2

คาโรทีนอยต์ในเนื้อเยื่อของสัตว์ต่างๆ ที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ ปริมาณเป็นมิลลิกรัม

Group and species	Carotene			Xanthophyll		
	Plasma	Liver	Ovaries	Plasma	Liver	Ovaries
	<i>per 100 ml</i>	<i>per g</i>	<i>per g</i>	<i>per 100 ml</i>	<i>per g</i>	<i>per g</i>
Group 1—low carotene low carotenol						
Rat (carotene feeding)	0	2.1	0	0	0	0
Rat (carotene free diet)	0	0	0	0	0	0
Group 2—low carotene high carotenol						
Chicken	4.2	1.3	0.8	162	7.6	35.1
Group 3—high carotene low carotenol						
Cow	435	20.6	122.8	16.9	1.2	3.1
Group 4—high carotene high carotenol						
Frog, male	0	14.7	—	—	7.7	—
Frog, female	0	8.4	3.9	—	3.7	10.5

รวมกับโปรตีนชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ ในน้ำเล็ด (พลาสมา) ของวัวพบ beta-carotene, lutein และ vitamin A alcohol อยู่รวมกับโปรตีนที่ละลายในน้ำ ด้วยเหตุนี้จึงมีความเห็นว่าโปรตีนแต่ละชนิดในพลาสมาเล็ดที่รวมกับคาโรทีนอยด์และไวตามินชนิดต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Bieri, J. G. 1955. Arch. Biochem. Biophys. 56:90.
2. Blankenhorn, D.H. 1956. J. Clin. Invest. 35: 1245.
3. Blankenhorn, D.H. 1957. J. Biol. Chem. 227:965.
4. Dzialoszynski, L.M., et al. 1945. Biochem. J. 39:63.
5. Ganguly J., J.W. Mehl, and H.J. Deuel. 1952. J. Nutrition 38:275.
6. Ganguly J., J.W. Mehl, and H.J. Deuel. 1953. J. Nutrition 50:73.
7. Goodwin T.W. 1950. Carotenoids and reproduction. Biochem. Rev. 25:391.
8. Grimbleby F.H., and D.J.G. Black 1952. Brit. J. Nutrition 6:393.
6. Kon, S.K., et al. 1955. Brit. J. Nutrition 9:244.
10. Moore, J. 1957. Vitamin A. Elsevier Publishing Company.
11. Oncley, J.L., et al. 1945. Biochem. J. 39:63.
12. Palmer, L.S. 1922. Carotenoids and related pigments. Chemical Catalog Co., New York, N.Y.