

ความสำคัญ ของสังกะสีต่อตัวสัตว์

สังกะสีเป็นหนึ่งใน Trace elements ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายตั้งแต่ปี 1934 Todd และคณะได้หลักฐานแรกว่าสังกะสีมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของหนู (rats และ mice) และมีการทดลองถึงผลการขาดสังกะสีในสัตว์ชนิดต่างๆ ได้แก่ สุนัข สัตว์ปีก ลูกแกะ และลูกวัว พบว่าการขาดสังกะสีในสัตว์ทุกชนิดได้แสดงออกในลักษณะที่ รุนแรง โดยไม่กินอาหาร การเจริญเติบโตช้าความสามารถในการสืบพันธุ์เสียหาย ผิวหนัง ผิดปกติเป็นต้น ความสำคัญของสังกะสีต่อสัตว์มีบทบาทดังนี้

1. สังกะสีเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิด

เอนไซม์เหล่านี้ เรียกว่า Zinc-Metalloenzyme ได้แก่
Carbonic Anhydrase

เป็น respiratory enzyme ซึ่งมีสังกะสีเป็นส่วนประกอบ 0.33% ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย CO_2 จากเนื้อเยื่อไปสู่โลหิตและโลหิตสู่ถุงลม โดยจะเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของกรดคาร์บอนิก ไปเป็น CO_2 และ H_2O เอนไซม์ชนิดนี้พบในเม็ดเลือดแดง และตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

Alcohol Dehydrogenase

เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นการ Oxidation ให้ปล่อย Hydrogen ออกจาก alcohol กลายเป็น acetaldehyde

Alkaline Phosphatase

เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้น phosphoric acid ให้ปล่อย phosphate ออกเอนไซม์ตัวนี้มีบทบาทใน Keratinization (การเกาะของ keratin)

และ calcification (การเกาะของแคลเซียม)

Carboxypeptidase

เป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนชนิดหนึ่งที่เข้าทำการเร่งปฏิกิริยาที่พันธะ peptide ของกรดอะมิโน ที่มี carboxyl group อิสระอยู่ เอนไซม์นี้อยู่ในน้ำย่อยจากตับอ่อน บางทีเรียกว่า pancreatic carboxypeptidase

Glutamic Dehydrogenase

เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นการเปลี่ยน glutamic acid เป็น Lactoglutamic acid และ ammonia

DNA และ RNA Polymerase

เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นการย้าย nucleotidyl ของ DNA และ RNA จาก nucleoside phosphate ไปเป็นรูป polymer

Thymidine Kinase

เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นการย้าย Phosphate group เป็น Triphosphate (ATP) ใน DNA



2. สังกะสีเป็นส่วนประกอบของ insulin ซึ่งเกี่ยวข้องกับเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต

Insulin เป็น Polypeptide hormone สร้างจาก beta cells ของ Islets of Langerhans ที่ตับอ่อนของสัตว์มีกระดูกสันหลังทุกชนิด ทำหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต มีอิทธิพลต่อการเคราะห์โปรตีนและ RNA การสร้างและไขมัน Insulin ประกอบด้วยโลหะหนักในปริมาณน้อยๆ เช่น สังกะสี อยู่ภายในโมเลกุล (ตัวประกอบเมตาโบลิซึมของ กลูโคสในเซลล์ของ

หน้าที่ของ Insulin

1. รักษาสมดุลของกลูโคสในเลือด ทำให้กลูโคสในเลือดต่ำลง (Hypoglycemia) ซึ่งจะทำหน้าที่ร่วมกับ glucagon ซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (Hyperglycemia) Insulin จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ Glucose-6-phosphatase ซึ่งเปลี่ยน Glucose ในกระแสเลือดเป็น Glucose-6-P ในตับ
2. เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ Glycogen ในตับ (Glycogenesis) โดยการกระตุ้นเอนไซม์ Glycogen Synthetase เปลี่ยน Glucose-1-P ไปเป็น Glycogen
3. เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโปรตีนจากอาหารไปเป็นเซลล์ที่เรียกว่า Protein Anabolism โดยผ่าน Hexose Monophosphate Shunt ที่ใช้ในการสังเคราะห์ Nucleotide Nucleic acid (RNA และ DNA)

บทบาททางชีวเคมี

3.1 สังกะสีมีผลต่อการจับของแคล-
เซียมที่กระดูก (Calcification of Bone) และ
สร้างเปลือกไขเป็นผลมาจากเอนไซม์ Car-
bonic Anhydrase ซึ่งมีบทบาทในการจับของ
แคลเซียมที่กระดูกและพบเอนไซม์ตัวนี้ในต่อม
เปลือกไขในท่อนำไขของไขสันหลัง

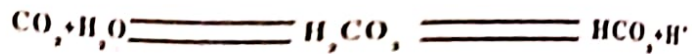
3.2 สังกะสีมีผลต่อการนำสารอาหาร
เข้าปัสสาวะ

สารอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับสังกะสี
ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี2 (Riboflavin) ไบ-
โอตินิน วิตามินบี6 (Pyridoxine)
กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential
fatty acid) โดยสังกะสีจะเกี่ยวข้องกับการเผา
ผลาญสารอาหารเหล่านี้ ไปใช้ประโยชน์ ร่าง
กายจะแสดงอาการขาดวิตามินเอได้ แม้
จะได้รับวิตามินเออย่างเพียงพอแต่ขาดสังกะสี
จะก่อให้เกิดปัญหาที่ผิวหนังและกระจกตา
(cornea) เป็นต้น สังกะสีมีผลต่อการเผาผลาญ
วิตามินเอ สัตว์ต่างๆ เช่น หนู สุกร และ
นก หากได้รับสังกะสีไม่เพียงพอจะเกิดวิ-
กฤตกรรมในกระดกเลือดต่ำเพราะสังกะสีมีความ
สำคัญต่อ Retinal-binding-protein (RBC) ซึ่ง
จับตัวพาวิตามินเอ ในกระดกเลือด โดยสังกะสี
เป็นส่วนประกอบของ Retinene Reductase
ซึ่งเป็น alcohol dehydrogenase ตัวหนึ่งซึ่งจำ-
เป็นต่อการเปลี่ยนวิตามินเอ แอลกอฮอล์
(retinol) ไปเป็นวิตามินเอ อัลดีไฮด์ (retinene)
ซึ่งขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการมองเห็นโดย
ปกติของสัตว์

3.3 สังกะสีใน metalloenzyme มีหน้า
ที่เป็นตัวจับสารที่เอนไซม์จะเข้าเร่งปฏิกิริยากับ
จุดที่ทำงานของเอนไซม์ เพราะสังกะสีใน
metalloenzyme จะมีความไวต่อ electron ของ

3.4 สังกะสีมีผลต่อภาวะกรด-ด่างของ
ร่างกาย ซึ่งเป็นผลของการปล่อยคาร์บอนได-
ออกไซด์ที่มีผลต่อการจับคาร์บอนได-
ออกไซด์ที่ปอดและมีผลต่อการจับคาร์บอนได-
ออกไซด์ที่เยื่อเมือก (mucosa) ของกระเพาะ
อาหาร เพื่อควบคุมความเป็นด่าง (alkalinity)
ที่เกิดขึ้นจากการหลั่ง hydrogion (H⁺) ในการ
สร้างกรดเกลือในกระเพาะอาหาร (gastric
hydrochloric acid) ดังรูป

Carbonic anhydrase



4. สังกะสีมีผลต่อภูมิคุ้มกันโรค

มีการศึกษาจากผลการขาดธาตุสังกะสี
ว่าเมื่อสัตว์ขาดธาตุสังกะสีจะพบว่าต่อมหมวก
ไต (Adrenal gland) มีขนาดโตขึ้น และมีการ
ปล่อยกลูโคคอร์ติซอล (Thymus gland)
ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคลดลง

การที่ต่อมหมวกไตมีขนาดโตขึ้น ทำ
ให้เกิดการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตมาก
ขึ้นฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วน adrenal
cortex ที่สำคัญ คือ Cortisol หรือ Glucocor-
ticosteroids ฮอร์โมนนี้จะเกี่ยวข้อง
กับ gluconeogenesis และยังมีส่วนในการทำ
ลาย lymphocytes (เม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่ง) และ
ต่อมน้ำเหลืองอีกด้วย จึงมีผลให้ภูมิคุ้มกันโรคลดลง
และต่อมไทมัสซึ่งเป็นต่อมน้ำเหลืองชนิด
หนึ่ง มีการฝ่อลีบลงไป อาการเหล่านี้สามารถ
แก้ไขได้โดยการให้สังกะสีแก่สัตว์

5. สังกะสีมีผลต่อการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์

สังกะสีมีบทบาทต่อการสังเคราะห์
DNA การนิวคลีอิดและการเผาผลาญโปรตีน
ซึ่งเป็นผลให้เกิดการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโต
หรือการสังเคราะห์เซลล์ของระบบต่างๆ ใน

ร่างกายโดยอาศัยเอนไซม์ DNA Polymerases
และ Thymidine Kinase ซึ่งมีสังกะสีเป็นส่วน
ประกอบ ซึ่งมีผลให้การเจริญเติบโตและระบบ
สืบพันธุ์มีผลกระทบกระเทือนเมื่อร่างกายขาด
สังกะสี

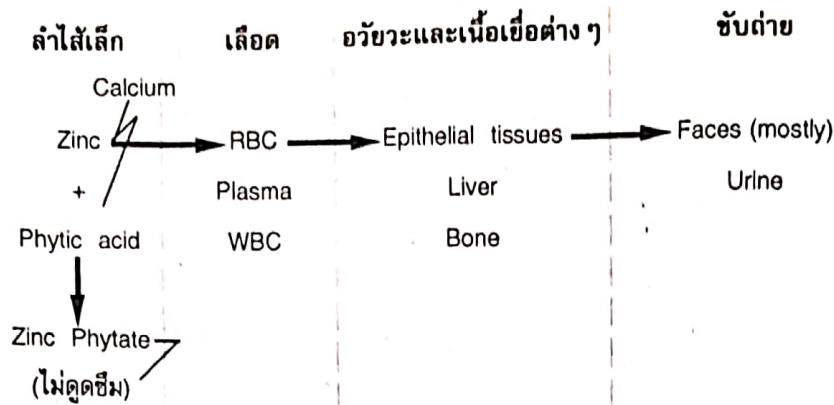
Thymidine Kinase จะมีส่วนต่อการ
สร้าง Thymidine triphosphate ซึ่งเป็นตัว
ระบบสังเคราะห์ DNA และกรดนิวคลีอิกของเซลล์
ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต ส่วน DNA Poly-
merases มีผลในการสังเคราะห์ DNA อยู่แล้ว

เนื่องจากผลของสังกะสีต่อการแบ่ง
เซลล์และการสังเคราะห์ DNA ทำให้มีผล
ต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือ spermat-
ogenesis ด้วย

ส่วนในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย สังกะสี
มีความสัมพันธ์ กับฮอร์โมน 2 ชนิด ที่อยู่ใน
ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย ได้แก่

1. Follicle Stimulating Hormone (FSH)
 2. Luteinizing Hormone (LH)
- ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด หลั่งจากต่อมใต้
สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary) การขาด
สังกะสี จะทำให้ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดนี้ลดลงด้วย
จึงมีผลต่อการตกไข่และการตั้งครรภ์





6. สังกะสีมีผลต่อผิวหนัง

พบสังกะสีจำนวนมากที่ epidermal tissue ได้แก่ ผิวหนัง ผม และขน (wool) และสังกะสีมีบทบาทต่อการเชื่อมของบาดแผลและรอยไหม้ ทำให้แผลหายเร็วขึ้น นอกจากนี้ในสภาวะโรคผิวหนังบางชนิด สามารถรักษาได้โดยการใช้สังกะสีนั้นคือสังกะสีมีความสำคัญต่อ keratinization หรือกระบวนการสร้างสาร keratin ซึ่งเป็น scleroprotein ชนิดหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบหลักของหนังกำพร้า ผม ขน เล็บ เขา และเคลือบฟัน

การดูดซึมการกระจาย และขับถ่าย

สังกะสีถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กส่วนดูโอ-ดินัม การดูดซึมสังกะสีจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ธาตุบางชนิดเช่น ระดับแคลเซียมในอาหาร และปริมาณ phytic acid ซึ่งพบในพืชอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากงา กากเมล็ดฝ้าย และกากถั่วลิสง เป็นต้น โดยสังกะสีจะจับกับ Phytic acid เกิดเป็น Zinc Phytate ซึ่งดูดซึมไม่ได้

สังกะสีที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้แล้วจะมีการกระจายไปทั่วร่างกาย สังกะสีส่วนใหญ่พบมากที่สุดที่ตับ กระดูก เนื้อเยื่อผิวหนัง (epithelial tissue) และเลือด สัดส่วนของสังกะสีในเลือดมีดังนี้ ในเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) 75% ในพลาสมา 22% และในเม็ดเลือดขาว (leucocyte) 3%

สังกะสีที่เกิดความต้องการจะถูกขับออกจากร่างกายทางอุจจาระ เป็นส่วนใหญ่ และมีส่วนน้อยขับออกทางปัสสาวะ

อาการขาดสังกะสี

ไก่และสัตว์ปีก

1. เติบโตช้า และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ
2. มีอาการโรคผิวหนังรุนแรง (Hyperkeratosis) โดยเฉพาะที่เท้า และขนหยิกหยอง (Frizzled Feathers)
3. การหายใจผิดปกติ
4. มีการหนาตัวและทอดสั้นของกระดูกยาว มีความผิดปกติอย่างมากของหัวขาและปีก กระดูกสันหลัง และหนัง ของตัวอ่อนในไข่ของแม่ไก่ที่ขาดสังกะสี
5. ในไก่ไข่ จากการทดลองที่มหาวิทยาลัยแห่ง Wisconsin พบว่าการผลิตไข่ลดลง
6. ในไก่พันธุ์ส่งผลให้การผลิตไข่ลดลง

การฟักออกเป็นตัวต่ำและตัวอ่อนผิดปกติ

7. ความต้านทานโรคต่ำ

สุกร

1. การเจริญเติบโตผิดปกติ ไม่ยอมกินอาหารและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ
 2. เกิดอาการโรคผิวหนัง (Parakeratosis) โดยเฉพาะตามส่วนปลายของร่างกาย
 3. โครงสร้างและกระดูกผิดปกติ โดยเฉพาะกระดูกต้นขาหลัง (Femur)
 4. ความต้านทานโรคต่ำ ติดโรคง่าย
 5. การหายใจผิดปกติ โลหิตจาง
 6. ท้องเสีย อาเจียน เป็นมากอาจตาย
- สำหรับสุกรหากเสริมสังกะสีเพียง 1 สัปดาห์ อาการจะดีขึ้น และกลับเข้าสู่ปกติภายใน 1 เดือน



- การบื้อ แพะ แกะ และม้า
1. พบความผิดปกติ ของผิวหนังรอบ และปาก ผิวหนังตึงเกิด บริเวณขาหลัง
 2. การเจริญเติบโตลดลง
 3. สัตว์เพศผู้เป็นหมันการสร้าง sperm (spermatogenesis) ลดลง และอวัยวะหรือ
 4. ความอยากอาหารลดลง หรือผิดปกติ
 5. ลูกสัตว์ในท้องแม่ ผิดปกติ น้ำหนัก
 6. ผลผลิตน้ำนมลดลง
 7. ความต้านทานโรคต่ำ

BIBLIOGRAPHY

ศาสตราจารย์ (2524) ชีวเคมีคลินิก เล่ม 1-2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
 วรรณ กิจภรณ์ (2530) อาหารสัตว์
 ขั้นพื้นฐาน ภาควิชาสัตวบาล คณะ
 สัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหา-
 วิทยาลัย.

CUNNINGHAM-RUNDLES, S. et al.
 (1988). Modulación de la res-
 puesta inmunológica por el cincl.

DETERMINACION del peso molecu-
 lar del complejo BIOMET ZINC,
 Centro de Investigaciones Biolo-
 gicas. Madrid2.

De WAYNE ASMEAD and H.
 ZUNIRO (1992). Factors which
 affect the intestinal absorption of
 minerals. The roles of amino acid
 chelates in animal nutrition.

Eric J. Underwood (1966) The Mineral
 Nutrition of Livestock.

E.W. Grampton and L.E. Lloyd
 (1959) Fundamentals of Nutrition.

FRANK B. MORRISON (1956).
 Feeds and Feeding.

GONZALEZ L. SAGUES, A. (1994).
 Cuidados de pezuñas en vacuno-
 lechero. I Curso de Medicina de la
 Producción de Vacuno de Leche3

HEINRICH, A.J. and H.R. CONRAD
 (1983). (Abs.) Tumen solubility
 and breakdown of metal protein
 compounds. J. of Dairy Science
 66, Supp. 1, p. 147

HEINRICH, A.J. et al. (1984). Zinc-
 methionine supplementation for dairy
 cows. A study of effects on plasma
 zinc, wound healing and immune
 responses. Research circular, Ohio
 Agricultural Research and Devel-
 opment Center. No. 281, 12pp.;20
 ref.

HERRICK, J. (1989). Zinc-methio-
 nine:Feedlot and dairy indications.
 Larg. Anim. Vet. 35, 37.

James R. Gillespie (1987) Animal
 Nutrition and Feeding.

KELLOG, D.W. (1990). Zinc-methio-
 nine : affects performance of lac-
 tating cows. Feedstuffs, Vol.62 No.
 35

KELLOG, D.W. et al. (1989). Effect
 of zinc-methionine supplementa-
 tion on performance and selectec
 blood parameters of lactating dairy
 cows. Nut. Rep. Int., Vol. 40;No. 6,
 1049-1057.

KINCAID, R.L. et al. Zinc supple-
 mentation as zinc-methionine and
 zinc oxide on milk production in
 early post-partum cows.

KINCAID, R.L. et al. Zinc supplemen-
 tation, milk yield, lameness and
 reproduction in dairy cows.

Leslie Kamstra (1975) Nutrition of Farm
 Animals.

Loenard A Maynard and John K.
 Loosli (1969). Animal Nutrition.

MARSHALL H. JURGENS, (1974)
 Animal Feeding and Nutrition.

MARTHA WINDHOLZ (1983). An
 Eccyclopedia of Chemical, Drugs
 and Biologocals. The Merck Index
 Tenth Edition.

MARTIN RICHARD, M. and col.
 (1993). Influencia de la utilización
 de un metioninato de cinc en
 ganado vacuno lechero. III Con-
 greso Internacional de Medicina
 Veterinaria2

MARTIN RICHARD, M. (1994).
 Programas de Control de mastitis
 : Aspectos prácticos. I Curso de
 Medicina de Vacuno de Leche 3.

Maynard, Loosli, Hintz and Warner
 (1979) Animal Nutrition.

MOORE, C.C. (1988). Zinc-methionine
 supplementations for dairy cows.
 J. of Dairy Science 71, Suppl. 1

M.R. Jainudeen, A.R. Omar (1982)
 Animal Production and Health in
 the Tropics.

O'DELL B.L. Bioavailability of essential
 and toxic trace elements. Feed
 Prod. 42;1714-1715.

P.Mc Donald, R.A. Edwards and
 J.F.D. Greenhalgh (1988). Animal
 Nutrition.

SHERMAN et al. Mineral Chelates :
 Piggyback nutrients.

SPEARS, J.W. The bioavailability of zinc,
 copper and manganese amino acid
 complexes and chelates.

W.Bolton (1963) Poultry Nutrition.

WOLTER, R. (1992). Alimentation de
 la vache laitière, éditions France
 Agricole, 1ere edition.

