

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. สามารถจำแนกชนิดของวิตามินและแร่ธาตุได้
2. อธิบายถึงหน้าที่และอาการขาดของวิตามินและแร่ธาตุได้

วิตามิน คือกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารและเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ร่างกายต้องการในปริมาณเล็กน้อย เพื่อใช้ในการทำงานของปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกายสิ่งมีชีวิต เช่น เพื่อการดำรงชีพ (maintenance) เพื่อการเจริญเติบโต (growth) เพื่อการให้ผลผลิต (production) เพื่อการสืบพันธุ์ (reproduction) เพื่อสุขภาพของสัตว์ (health) และการให้สีของขน (pigmentation) เป็นต้น (Riis, 1983; McDonald et al., 2011) วิตามินเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานและไม่ได้เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อใดๆ โดยวิตามินส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับจากอาหาร มีวิตามินส่วนน้อยที่ร่างกายหรือจุลินทรีย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ เช่น วิตามินเค บีหนึ่ง กรดโฟลิก และบีสิบสอง ส่วนวิตามินดี ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เมื่อรับแสงแดด ขณะที่วิตามินเอ โคเลสเตอรอล และไนอะซินร่างกายอาจสังเคราะห์ขึ้นได้ ถ้ามีสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์เพียงพอ (สมทรง, 2543)

วิตามินแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามคุณสมบัติของการละลายของวิตามิน ได้แก่

1. **วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat soluble vitamins)** ได้แก่ วิตามิน เอ ดี อี และ เค โดยทั่วไปแล้ว วิตามินในกลุ่มนี้จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการทำงานของเซลล์เมมเบรนและเป็นสเตอรอยด์ฮอร์โมน

2. **วิตามินที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble vitamins)** ได้แก่ วิตามินบีรวม (B-Complex vitamins) และวิตามินซี ซึ่งวิตามินบีรวมประกอบด้วย Thiamine (B1), Riboflavin (B2), Niacin, Pantothenic acid, Pyridoxine (B6), Biotin, Folic acid, Choline, Inositol, Para-aminobenzoic Acid และ Cyanocobalamin (B12) บทบาทหน้าที่ของวิตามินในกลุ่มนี้ คือ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเป็นโคเอนไซม์ในการทำงานของโคเอนไซม์หลายชนิดในร่างกาย หรือเป็นพาหะนำกลุ่มบางกลุ่มไปให้กับสารประกอบบางชนิดเพื่อให้สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่

## วิตามินเอ (vitamin A)

วิตามินเอ เป็นวิตามินที่สัตว์ทุกชนิดต้องการ และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของสัตว์ให้เป็นไปตามปกติ วิตามินนี้พบอยู่ในร่างกายสัตว์ เราจะไม่พบวิตามินเอ ในพืช แต่ในพืชมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า แคโรทีน (carotene) ซึ่งถือเป็นสารที่จะให้วิตามินเอ (Provitamin A) ทั้งนี้ก็เนื่องจากสัตว์เมื่อได้รับแคโรทีน สัตว์จะเปลี่ยนแคโรทีนให้เป็นวิตามินเอ ตรงผนังลำไส้เล็กของสัตว์ (Pretorius and Schönfeldt, 2013)

วิตามินเอมีบทบาทสำคัญต่อการมองเห็นและสามารถช่วยป้องกันโรคตาบอดกลางคืน (nightblindness) และโรคตาบวมอักเสบ ช่วยรักษาเยื่อในในระบบการหายใจ ทางเดินอาหาร นัยน์ตาและเยื่ออื่น ๆ ให้แข็งแรง มีความต้านทานต่อโรค ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตในสัตว์อ่อนและช่วยในการสร้างกระดูก ช่วยป้องกันโรคผิวหนัง และส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์เอพิทีเลียลและคงสภาพของเซลล์นั้น

เมื่อขาดวิตามินเอ จะทำให้สัตว์เบื่ออาหาร การเจริญเติบโตช้า มีการอักเสบตามเยื่ออ่อน ๆ ของตา ของจมูก ของโพรงจมูก เปลือกตาหนาทำให้เปลือกตาในคลุมบางส่วนของลูกตา ทำให้สัตว์มองไม่เห็นในตอนพลบค่ำ ซึ่งทำให้เป็นโรคตาบอดกลางคืน (nightblindness) และโรคตาอักเสบ (Xerophthalmia) (Pretorius and Schönfeldt, 2013) นอกจากนี้การขาดวิตามินเอ ทำให้สัตว์มีผื่นหนังหยาบแห้ง เป็นปุ่มขรุขระ, มีเชื้ออสุจิไม่แข็งแรง ผสมไม่ติดหรือผสมติดอาจแห้งได้ และลูกที่เกิดมามีอ่อนแอหรือตายได้, มีการบวมตามข้อต่อของกระดูกและระดับของวิตามิน เอ ในตับจะต่ำ

แหล่งของวิตามินเอ และแคโรทีน พบมากใน ตับ น้ำมันปลา ไข่ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนํ้านม สำหรับในพืชไม่มี วิตามินเอ อยู่เลยแต่มีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า แคโรทีน ซึ่งเป็นที่มาของวิตามินเอ (provitamin A หรือ precursor of vitamin A) เมื่อสัตว์กินเข้าไปก็สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ได้ แคโรทีนมีมากในพืชสีเขียว หัวแครอท หัวมันเทศ เมล็ดข้าวโพดเหลือง ในเมล็ดและกากเมล็ดพืช เช่น กากถั่ว กากฝ้าย มีแคโรทีนอยู่น้อยหรือไม่มีอยู่เลย

## วิตามินดี (vitamin D)

วิตามินดีหรือแคลซิเฟอรอล (calciferol) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า sunshine vitamin เนื่องจากร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้จากแสงแดด หรืออาจเรียกว่า “ricket preventive factor” เพราะมีคุณสมบัติในการป้องกันโรคกระดูกอ่อน (ricket) ในผิวหนังของคนเรามีสาร 7-ดีไฮโดรคอเลสเตอรอล (7-dehydrocholesterol) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินดี ซึ่งเราสามารถพบวิตามินดีได้ 2 ชนิด คือที่มาจากพืช คือวิตามินดี 2 (ergocalciferol) และวิตามินดี

ที่มาจากสัตว์ คือวิตามินดี 3 (cholecalciferol) หน้าที่ของวิตามินดี คือช่วยในการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัส ทั้งที่ทางเดินอาหารและไต รวมทั้งควบคุมการหลั่งของพาราไทรอยด์ฮอร์โมน (PTH) ของต่อมไทรอยด์ ช่วยสร้าง bone protein เช่น osteocalcin และ osteopontin ช่วยสร้างการเกิด osteoblast และ osteoclast โดยทำงานร่วมกับพาราไทรอยด์ฮอร์โมน และช่วยสร้าง local factor ที่สำคัญ เช่น IGF-1, TGF- $\beta$  และ โพลิตราแคลนติน การขาดวิตามินดีมีผลทำให้ร่างกายมีการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสในลำไส้เล็กเสียไป จึงทำให้ธาตุทั้งสองชนิดในกระแสเลือดต่ำ ทำให้มีการดึงธาตุทั้งสองจากกระดูกออกมาใช้ ส่งผลต่อการเกิดโรคกระดูกอ่อน (rickets) ซึ่งมักเป็นกับสัตว์ในระยะกำลังเจริญเติบโต หรือเป็นโรคกระดูกเปราะ (osteomalacia) ในสัตว์ที่โตแล้ว นอกจากนี้สัตว์จะเจริญเติบโตช้า แกรน เป็นงอย ข้อเท้าข้อกระดูกและซี่โครงบวม ไข่เปลือกบางและลดการผลิตไข่ มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกเป็นตัวต่ำ ไก่มีกระดูกอกคด กระดูกขา กระดูกตรงปีกเปราะหักได้ง่าย

เนื่องจากวิตามินดีสามารถสังเคราะห์ได้จากการที่ร่างกายได้รับแสงแดด ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องได้รับจากอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม เราก็สามารถบริโภคแหล่งของวิตามินดีจากตับปลา น้ำมันตับปลา นม เนย และไข่ เป็นต้น

### วิตามินอี (vitamin E)

วิตามินอี หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โทโคเฟอรอล (tocopherol) มีหลายรูปเช่น alpha tocopherol, beta tocopherol และ gamma tocopherol วิตามินอีมีความสำคัญต่อการเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ หรือป้องกันกระบวนการแก่ (aging) ของเซลล์ นอกจากนี้ยังมีบทบาทต่อการสืบพันธุ์ (siminiferous epithelium) ช่วยให้ร่างกายใช้ประโยชน์วิตามินเอในอาหารให้ดีขึ้น, ช่วยป้องกันไขมันมิให้ถูก oxidation ซึ่งจะช่วยป้องกันการเหม็นหืนของไขมัน, ช่วยลด peroxide ที่เป็นพิษในร่างกายสัตว์ให้น้อยลง, และวิตามินอียังช่วยเร่งกระบวนการ metabolism ต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นปกติ (Debieer and Larondelle, 2005) การขาดวิตามินอีอาจพบในคนไข้ที่มีความผิดปกติในการดูดซึมสารอาหารพวกไขมัน ส่วนในสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกโคการขาดวิตามิน จะกระทบกระเทือนต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งจะทำให้ลูกโคตายทันทีโดยไม่ได้แสดงอาการปรากฏให้สังเกตเห็นสำหรับไก่เมื่อขาดวิตามิน อี จะเป็นอัมพาตที่ขา ที่ปีกและคอ บางทีคอบิดหกหัวไปข้างหลัง เป็นต้น วิตามินอีพบได้ในเมล็ดธัญพืช, น้ำมันพืช เนยเทียม ไข่ ตับ ในกระถินป่น, และในหญ้าสด มีมากในปมอกของเมล็ดพืช (embryo)

### วิตามินเค (vitamin K)

ในธรรมชาติพบได้ 3 รูปแบบ คือ ฟิลโลควิโนน (phylloquinone) หรือวิตามินเค 1 ซึ่งพบในพืช มีนาควิโนน (menaquinone) หรือวิตามินเค 2 พบในสัตว์ และ มีนาไดโอน (menadione) หรือวิตามินเค 3 เป็นรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น และปัจจุบันยกเลิกใช้แล้วเนื่องจากมีความอันตรายต่อสุขภาพ วิตามินเคเป็นวิตามินที่จำเป็นต่อการสร้างโปรทิมบิน (prothrombin) และพลาสมาโปรตีนในตับ สารดังกล่าวมีความสำคัญต่อการแข็งตัวของเลือด (clot) วิตามินเคแม้ว่าจะจำเป็นสำหรับสัตว์ทุกชนิด แต่ไม่จำเป็นต้องจัดให้ทางอาหาร เพราะสัตว์สามารถได้รับจากการสังเคราะห์ของแบคทีเรียในทางเดินอาหาร ยกเว้นสัตว์ปีก โดยเฉพาะ ลูกไก่ ลูกห่าน ลูกนกพิราบ และลูกเป็ด ซึ่งสร้าง วิตามิน เค ได้แต่ไม่เพียงพอกับความต้องการ เมื่อขาดวิตามินเค เมื่อเกิดบาดแผลจะทำให้เลือดไหลไม่หยุด ทำให้การแข็งตัวของเลือดเนิ่นนานออกไป แหล่งของวิตามินเค ได้แก่พืชสีเขียวทั้งสดและแห้งจะมีวิตามินเคสูง เช่นเดียวกับ เช่น ตับ ไต ไข่แดง เนื้อป่น และปลาป่น ก็มีวิตามินเคสูง

### วิตามินบี 1 (vitamin B1, thiamine)

วิตามินบี 1 หรือ thiamine hydrochloride มีหน้าที่ภายในเซลล์ทุกเซลล์คือ วิตามินบี 1 เป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์ carboxylase ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสาร pyruvate ให้เป็น acetate ฉะนั้น วิตามิน บี 1 จึงจำเป็นต่อการใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตเพื่อเป็นพลังงานภายในร่างกาย นอกจากนี้ วิตามิน บี 1 ยังจำเป็นในการป้องกันโรคเหน็บชา (beriberi) ในมนุษย์ และป้องกันโรคสันนิบาต (polyneuritis) ในสัตว์ปีก การขาดวิตามินนี้จะทำให้ขบวนการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ เบื่ออาหาร ชูบผอม กล้ามเนื้ออ่อนแอ เปลี่ยนหรือเป็นตะคริว หัวใจบวมโต ตกใจง่ายและในที่สุดจะเป็นโรคเหน็บชา อย่างไรก็ดีตาม ในสัตว์เคี้ยวเอื้องพบว่าจะไม่มีการขาดวิตามินบี 1 เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ในร่างกายได้ (NRC, 2000; NRC, 2002) วิตามินบี 1 มีมากในเมล็ดธัญพืชในพืชสีเขียว ตับ ไข่แดง หมูเนื้อแดง กากส่าเหล้า เป็นต้น

### วิตามินบี 2 (vitamin B2, riboflavin)

เป็นวิตามินที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำย่อยหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการย่อยคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยจะเป็นส่วนประกอบของ coenzyme สองชนิด คือ flavine mononucleotide (FMN) และ flavin adenine dinucleotide (FAD) วิตามินบี 2 จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต บางทีเรียกวิตามินนี้ว่า vitamin G (growth vitamin) เมื่อขาดวิตามินบี 2 จะเติบโตช้า เป็นอัมพาตที่ขา

อาการท้องร่วง (diarrhea) ผิวหนังหยาบกร้าน และมีการอาการ ผิดปกติที่ตา การสับสนและ การให้นมพลอยกระทบกระเทือน วิตามินบี 2 มีมากในหางนมผง ยีสต์ ไข่ ตับ หัวใจ ไต และ จากกล้ามเนื้อ ส่วนในเมล็ดพืชและผลิตภัณฑ์พลอยได้จะมีวิตามินนี้อยู่น้อย ปัจจุบัน

### วิตามินบี 3 (vitamin B3, niacin)

วิตามิน B3 หรือ ไนอะซินมีความสำคัญในการสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหาร การสังเคราะห์กรดไขมันและคอเลสเตอรอลช่วยให้ผิวหนังเจริญตามปกติ สร้างเส้นประสาทที่สมบูรณ์ และช่วยบำรุงรักษาระบบการย่อยอาหาร อาการที่ขาดวิตามินบี 3 คือ จะทำให้เกิดโรคเพลลาเกา (Pellagra disease) โดยมีอาการผิดปกติของระบบผิวหนัง ทางเดินอาหาร และระบบประสาท ถ้าเป็นมากอาจถึงตายได้ แหล่งอาหารที่พบวิตามินบี 3 เช่น เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อไก่ เนื้อหมู เนื้อวัว จมูกข้าวสาลี ข้าวกล้อง เป็นต้น

### วิตามินบี 6 (vitamin B6, pyridoxine)

เป็นวิตามินที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของโปรตีนและไขมัน และเป็นวิตามินที่จำเป็นต่อการสร้าง antibody การขาดวิตามินบี 6 จะทำให้เติบโตช้า เป็นโรคโลหิตจาง (microcytic hypochromic anemia) มีการชักกระตุก ขนหยาบกร้าน เมื่อผ่าซากดูจะพบสีสนิมเหล็กภายในร่างกาย แหล่งของวิตามินบี 6 เช่น ตับ กล้ามเนื้อ นม พืชสีเขียว รำข้าว และในธัญพืชต่าง ๆ

### วิตามินบี 12 (vitamin B12, cyanocobalamin)

ทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ ในขบวนการเมแทบอลิซึมหลายชนิด ด้านโภชนศาสตร์สัตว์ เคี้ยวเอื้องให้ความสนใจวิตามินนี้เป็นพิเศษ ทั้งนี้เนื่องจากวิตามิน บี 12 มีบทบาทสำคัญต่อการผลิต propionic acid ที่เกิดขึ้นจากการกระบวนการหมักอาหารคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน (NRC, 2000; NRC, 2002) ในคนเราถ้าขาดวิตามินบี 12 จะเป็นโรคโลหิตจาง (pernicious anemia) แต่โรคโลหิตจาง ชนิดนี้ไม่ปรากฏว่าเกิดกับสัตว์เลี้ยง ในสัตว์เคี้ยวเอื้องเมื่อขาดวิตามิน บี 12 จะทำให้ไม่มีความสามารถในการเมแทบอลิซึมกรดโพธิออนิค อย่างไรก็ตาม ในสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถสังเคราะห์วิตามินนี้ได้เพียงพอ ถ้าหากให้อาหารที่มีโคบอลท์ แหล่งของวิตามินบี 12 พบได้ในตับ ปลาปน เนื้อปน อาหารโปรตีนที่ได้จากสัตว์ มูลโค จุลินทรีย์ ในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

## วิตามินซี (vitamin C, ascorbic acid)

วิตามินซี เป็นวิตามินที่ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน ดังนั้นบางทีจึงเรียกวิตามินนี้ว่า antiscorbutic factor วิตามินซี จำเป็นต่อการ metabolism ของ tyrosine และจำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลง folic acid ให้เป็น folinic acid พบวิตามินซีในส้มต่าง ๆ ผักต่าง ๆ คน ลิง และหนู มีความต้องการวิตามินซีสูง

## แร่ธาตุ (minerals)

แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์แต่มีแร่ธาตุบางชนิดไปเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ เช่น ธาตุ P, S เป็นส่วนประกอบของโปรตีนบางอย่าง, เหล็กเป็นส่วนประกอบของ hemoglobin ในเลือด แมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบของ chlorophyll เป็นต้น แร่ธาตุเป็นสารที่ร่างกายต้องการน้อย แต่ขาดไม่ได้เช่นเดียวกับวิตามิน โดยเป็นส่วนประกอบหลักของอวัยวะ เช่น กระดูกและฟัน (Klaus, 1994; Park et al., 2013) เป็นส่วนประกอบของสารหลายชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น ฮอร์โมน เอนไซม์ เม็ดเลือดและควบคุมระบบอวัยวะให้ทำงานตามปกติ หากขาดแร่ธาตุร่างกายจะไม่สามารถทำงานได้ตามปกติและเกิดการเจ็บป่วย ในทางกลับกันถ้ารับประทานมากเกินไปจะเกิดอันตรายต่อร่างกายได้เช่นกัน

## ประเภทของแร่ธาตุ

ธาตุที่จำเป็นต่อสัตว์เท่าที่ทราบมีอยู่ประมาณ 15 ชนิด ถ้าหากแบ่งตามจำนวนมีมากน้อยภายในร่างกาย แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม

1. **แร่ธาตุที่ต้องการมาก (macro elements)** เป็นแร่ธาตุที่มีมากในร่างกายสัตว์ และจะต้องมีจำนวนเพียงพอในอาหารสัตว์ แร่ธาตุกลุ่มนี้ได้แก่ Ca, P, Na, K, Cl, Mg และ S

2. **แร่ธาตุที่ต้องการน้อยหรือน้อยมาก (minor or trace elements)** เป็นแร่ธาตุที่สัตว์ต้องการน้อย แต่ขาดไปก็ไม่ได้ แร่ธาตุเหล่านี้ได้แก่ Fe, I, Cu, Co, Mn, Zn, Se, Cr,

## หน้าที่โดยทั่วไปของแร่ธาตุ

1. เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน กระดูกและฟันจะมีแร่ธาตุสูง
2. เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ เช่น โปรตีนและลิพิดซึ่งสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นส่วนประกอบของกล้ามเนื้อ อวัยวะ เซลล์ของเลือด และเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่มภายในร่างกายสัตว์
3. เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อย, ฮอร์โมน และวิตามินต่างๆ

4. ทำหน้าที่เป็น soluble salts ในเลือด และของเหลวภายในร่างกาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันออสโมซิส และการรักษาความสมดุลของการเป็นกรดและด่าง โดยการช่วยรักษาระดับ pH ของของเหลวภายในร่างกาย ให้มี pH ประมาณ 7.0
5. มีหน้าที่เกี่ยวกับการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อและการทำงานของประสาท
6. เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เนื้อ นม ไข่ และลูกสัตว์ในท้อง
7. เป็นส่วนประกอบของขน, เขา และกีบสัตว์
8. เกี่ยวข้องกับ metabolic cycles
9. เป็นส่วนประกอบของร่างกาย ในร่างกายสัตว์มีแร่ธาตุอยู่หลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น steer จะมีแร่ธาตุต่างๆ

#### แคลเซียมและฟอสฟอรัส (Calcium (Ca) and Phosphorus (P))

แคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูกและฟันของร่างกาย โดยวิตามินดีจะช่วยดูดซึมแคลเซียมไปเสริมสร้างและบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง ช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุน (Park et al., 2013) ลดการสูญเสียเนื้อกระดูกในหญิงสูงอายุ ตะคริวที่ขา ควบคุมการทำงานของหัวใจ กล้ามเนื้อ และระบบประสาทร่วมกับวิตามินเคช่วยในการแข็งตัวของเลือด เมื่อเกิดบาดแผล อาการที่ขาดแคลเซียม พบว่าเด็กในวัยเจริญเติบโตจะเติบโตไม่เต็มที่ เป็นโรคกระดูกอ่อน ในหญิงมีครรภ์จะทำให้ฟันผุ แหล่งอาหารที่พบแคลเซียมและฟอสฟอรัส ได้แก่ เนย งามา ปลากระป๋อง คะน้า นม สัตว์ที่กินทั้งเปลือกและกระดูก เช่น กุ้งแห้ง ปลาเล็ก

#### โซเดียม (Sodium; Na)

โซเดียมมีหน้าที่สำคัญ คือ ควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุล ถ้าร่างกายมีน้ำมากจะถูกขับออกทางไต ถ้าน้ำในร่างกายมีน้อยจะมีการกระตุ้นกลไกการกระหายน้ำเพื่อให้ร่างกายได้รับน้ำเพิ่ม ร่างกายจะสูญเสียโซเดียมได้ทางเหงื่อ ปัสสาวะ และอุจจาระ ดังนั้นในคนที่ท้องเสียหรือสูญเสียเหงื่อมาก ต้องได้รับทั้งน้ำ และเกลือแร่ทดแทน นอกจากนี้โซเดียมยังช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ และระบบประสาท แหล่งอาหารที่พบโซเดียม เช่น เกลือแกง อาหารหมักดอง นม ส่วนอาการที่ขาดโซเดียม เช่น กล้ามเนื้ออ่อนแรง เกิดตะคริว ความดันโลหิตต่ำ

### โพแทสเซียม (Potassium; K)

หน้าที่สำคัญของโพแทสเซียม คือ ควบคุมสมดุลของเหลวในร่างกายด้วยการปรับสมดุลของน้ำ ความเป็นกรด-เบส ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อการนำความรู้สึกทางประสาท ช่วยป้องกันไม่ให้แคลเซียมถูกขับออกทางปัสสาวะทำให้ลดการเกิดนิ่วในไต แหล่งอาหารที่พบโพแทสเซียม เช่น ชีส เนย กล้วย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ผักชีฝรั่ง กระเทียม สำหรับอาการที่ขาดโพแทสเซียม ได้แก่ กล้ามเนื้อเป็นตะคริว หัวใจล้มเหลว

### แมกนีเซียม (Magnesium; Mg)

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่มีอยู่ในร่างกายสัตว์น้อย แต่เป็นธาตุที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัส มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต บำรุงรักษากระดูก และฟันให้แข็งแรง ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จำเป็นต่อระบบน้ำย่อย และการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย แหล่งอาหารที่พบแมกนีเซียม เช่น เมล็ดทานตะวัน ถั่ว งา นม ผักสีเขียว อาหารทะเล ส่วนอาการขาดแมกนีเซียม มีผลทำให้ร่างกายสัตว์มีแมกนีเซียมในเลือดต่ำ ซึ่งมีอาการตามลำดับดังนี้คือมีความดันของเลือดต่ำ (vasodilation) มีระบบประสาทไวต่อความรู้สึกและทำงานผิดปกติ (hyperirritability) และมีอาการ ชักกระตุก (tetany) ในที่สุดถึงตายได้

### กำมะถัน (Sulphur; S)

กำมะถันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารอินทรีย์ โดยเป็นส่วนประกอบของโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น Cystine และ Methionine นอกจากนี้กำมะถันเป็นองค์ประกอบของ glutathione , insulin และเป็นส่วนประกอบของ วิตามิน 2 ชนิดคือ thiamine และ biotin กำมะถันยังพบอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ คือพบใน chondroitin sulfate ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระดูกอ่อน ในเลือดมี sulfate เพียงเล็กน้อย พบกำมะถันในน้ำดี ( Bile ) ร่างกายสัตว์จะขับกำมะถันออกทางมูลและทางปัสสาวะ กำมะถันมีหน้าที่สำคัญคือ สร้างโปรตีนให้กับร่างกาย โดยเฉพาะโปรตีนเพื่อสุขภาพเส้นผมและผิวหนัง นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยในการสร้างกระดูก กระดูกอ่อนเอ็น และข้อต่อแหล่งอาหารที่พบธาตุกำมะถัน เช่น ไข่ นม เนื้อสัตว์ อาการที่ขาดธาตุกำมะถัน จะทำให้ชะงักการเจริญเติบโต เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ methionine การให้กำมะถันแก่สัตว์โดยทั่วไปต้องให้ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ให้ในรูปของกรดอะมิโน ยกเว้นในสัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถให้กำมะถันในรูปสารอนินทรีย์ได้



(NRC, 2000; NRC, 2002) นอกจากนี้การขาดกำมะถัน ทำให้การงอกของขนโดยเฉพาะในไก่ชำ  
ลง ทำให้กระบวนการเผาผลาญในร่างกายสัตว์ทำงานได้ไม่เต็มที่

### เหล็ก (Iron; Fe)

เหล็กมีหน้าที่สำคัญในการสร้างเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ช่วยในการขนส่ง  
ออกซิเจนและทำให้เลือดมีสีแดงเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดในสมอง เช่น เอนไซม์  
ที่ทำหน้าที่ในการหายใจ การบริโภคเหล็กจากเนื้อสัตว์ร่างกายจะดูดซึม และนำไปใช้ได้ดีกว่า  
พืช แหล่งอาหารที่พบเหล็ก เช่น ขมิ้น สาหร่าย งา เนื้อวัว ตำลึง ตับและเนื้อสัตว์ อาการที่ขาด  
เหล็ก ได้แก่ โลหิตจาง อาการซีดของเล็บ และเปลือกตาด้านใน อ่อนเพลียไม่มีแรง

### ไอโอดีน (Iodine; I)

ร่างกายจะนำไอโอดีนไปสร้างฮอร์โมนไทรอกซิน ซึ่งมีแหล่งผลิตจากต่อมไทรอยด์ ทำ  
หน้าที่ควบคุมขบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย รวมทั้งอัตราเร็วในการเผาผลาญอาหาร มี  
ความจำเป็นต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของร่างกายและมีความสำคัญต่อพัฒนาการด้าน  
สติปัญญาของเด็ก แหล่งอาหารที่พบไอโอดีน เช่น สาหร่าย อาหารทะเล เกล็ดสมุทร เกล็ด  
เสริมไอโอดีน อาการขาดไอโอดีนที่พบเช่น ต่อมไทรอยด์โตขึ้น หรือโรคคอพอก ร่างกายแคระ  
แกรน เด็กจะสติปัญญาเสื่อม หรือโรคเอ๋อ

### ทองแดง (Copper, Cu)

ทองแดงทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเฮโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง แต่ธาตุทองแดง  
ไม่ได้เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบินโดยตรง ทองแดงพบอยู่ใน hemocuprien ในเซลล์ของ  
เลือด นอกจากนี้ทองแดงยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมธาตุเหล็ก โดยช่วยให้ธาตุเหล็กไป  
เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน ช่วยให้เม็ดเลือดแดงแก่ตัว เป็นต้น ส่วนการขาดธาตุทองแดง  
ประกอบด้วยอาการ อาทิต ทำให้ขนโคซีตขาว และทำให้การเจริญของขนแกะขึ้นช้าผิดปกติ  
ปกติ ทำให้สัตว์มีกระดูกผิดปกติ (bone disorder) เป็นโรคโลหิตจาง (Anemia) และเป็น  
โรคอุจจาระร่วง (Diarrhea) แหล่งของธาตุทองแดง เช่น รำและกากถั่ว เป็นต้น

### โคบอลต์ (Cobalt, Co)

โคบอลต์เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของสัตว์ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องโค  
บอลต์มีหน้าที่เกี่ยวกับการเจริญของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน ถ้าขาดโคบอลต์จะทำให้

จำนวนและชนิดของแบคทีเรียลดลง โคบอลท์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวิตามินบี 12 วิตามินนี้จำเป็นสำหรับสัตว์ทุกชนิด แต่ในโค กระบือ แพะ แกะ สามารถสร้างวิตามินบี 12 ได้ จากการกระทำของจุลินทรีย์ ถ้าได้รับธาตุโคบอลท์ (NRC, 2002; NRC, 2007) ฉะนั้นถ้าหากขาดโคบอลท์ ก็จะมีผลทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถสร้างวิตามินบี 12 ได้เพียงพอกับความต้องการ อากาธาธาธาโคบอลท์ เช่น ซีมิเซา เปื่ออาหาร ร่างกายผอมลง น้ำหนักลด ขนหยาบกระด้าง อ่อนแอ เป็นโรคโลหิตจาง มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ แหล่งที่พบ เช่น ปลาป่น น้ำปลาชั้น นอกจากนี้อาจได้มาจากสารเคมี เช่น cobalt sulfate , cobalt carbonate และ cobalt chloride เป็นต้น

### สังกะสี (Zinc, Zn)

สังกะสีเป็นธาตุที่พบในเนื้อเยื่อทุกชนิดของสัตว์ ธาตุนี้พบอยู่มากใน Epidermal tissues เช่น ผิวหนัง ขน ขนสัตว์ แต่พบสังกะสีอยู่น้อยในกระดูก กล้ามเนื้อ เลือด และอวัยวะอื่นๆ มีหน้าที่ในการเจริญเติบโตการสร้างขน และสุขภาพของสัตว์ เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยหลายชนิด ซึ่งการขาดธาตุสังกะสี จะทำให้เป็นโรคผิวหนังที่เรียกว่า parakeratosis ผิวหนังเป็นจุดแดงพุพอง ซึ่งทำให้เจริญเติบโตช้า สังกะสีเพิ่มเติมประมาณ 50 มิลลิกรัม แหล่งของธาตุสังกะสี ได้แก่ นม ผัก และพืชอาหารสัตว์ทั่ว ๆ ไป

### ฟลูออรีน (Fluorine, F)

ฟลูออรีนมีอยู่ที่กระดูกและฟัน แต่ถ้ามีมากก็จะเป็นพิษคือจะทำให้ กระดูกและฟัน เป็นสีเหลือง กระดูกและฟันไม่แข็งแรง ถ้าตรวจดูที่ฟันจะพบคล้าย ๆ แผ่นหินปูนไปเกาะอยู่ แต่ถ้ามีน้อยจะเป็นประโยชน์คือ ทำให้กระดูกและฟันแข็งแรงและมีสีขาว ฟลูออรีนพบว่ามีเพียงพอแล้วในอาหารที่ได้รับ

### ซีลีเนียม (Selenium, Se)

ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมและการนำวิตามินอี ไปใช้เป็นประโยชน์และช่วยป้องกันโรคเนื้อเยื่ออักเสบในตับ (liver necrosis) และโรคกล้ามเนื้อพิการ (muscular dystrophy) โดยเมื่อขาดจะแสดงอาการเช่นเดียวกับการขาดวิตามินอี คือ เป็นโรคกล้ามเนื้อพิการ เป็นอัมพาต การเจริญเติบโตไม่ดี เป็นต้น ซีลีเนียมพบว่ามีเพียงพอแล้วในอาหารที่ได้รับ

## สรุป

วิตามินมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกายสิ่งมีชีวิต เช่น เพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต การสืบพันธุ์ สุขภาพของสัตว์ และการให้สีของขน เป็นต้น วิตามินส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย แต่มีวิตามินส่วนน้อยที่ร่างกายหรือจุลินทรีย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ วิตามินแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน และวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ

แร่ธาตุ เป็นสารที่ร่างกายต้องการน้อย แต่ขาดไม่ได้เช่นเดียวกับวิตามิน โดยเป็นส่วนประกอบหลักของอวัยวะ เช่น กระดูกและฟัน เป็นส่วนประกอบของสารหลายชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น ฮอร์โมน เอนไซม์ เม็ดเลือดและควบคุมระบบอวัยวะให้ทำงานตามปกติ หากขาดแร่ธาตุร่างกายจะไม่สามารถทำงานได้ตามปกติและเกิดการเจ็บป่วยในทางกลับกันถ้ารับประทานมากเกินไปจะเกิดอันตรายต่อร่างกายได้เช่นกัน แร่ธาตุสามารถแบ่งออกตามความต้องการร่างกาย ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ แร่ธาตุที่ต้องการมาก แร่ธาตุที่ความต้องการน้อย และแร่ธาตุที่ความต้องการน้อยมาก

## คำถามท้ายบท

1. จงจำแนกชนิดของวิตามินและแร่ธาตุ
2. จงระบุหน้าที่ ลักษณะอาการขาดและแหล่งที่พบของแร่ธาตุมาอย่างน้อย 10 ชนิด
3. จงอธิบายแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ความรู้ทางด้านวิตามินมาอธิบาย

## เอกสารอ้างอิง

สมทรง เลขกุล. 2543.ชีวเคมีของวิตามิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. คูณวิซการพิมพ์. กรุงเทพฯ. จำนวน 273 หน้า.

Debier, C., and Y. Larondelle. 2005. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. Br. J. Nutr. 93: 153–74.

Klaus, U. 1994. Comparative Animal Biochemistry. Springer– Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. 782 pp.

McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, R. G. Wilkinson. 2011. Animal Nutrition (7th ed). Pearson, Harlow, England. 692 pp

- National Research Council. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th edn, Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th edn, Washington, DC, National Academy Press.
- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants, Washington, DC, National Academy Press.
- Park, Y., J. Kim, A.G. Scrimgeour, M.L. Condlin, D. Kim, Y. Park. 2013. Conjugated linoleic acid and calcium co-supplementation improves bone health in ovariectomised mice. Food Chemistry. 140: 280–288.
- Pretorius, B., and H.C. Schönfeldt. 2013. Effect of different maize meal diets on growth and vitamin A: Case-study on chickens. Food Chemistry. 140: 520–525.
- Riis, P.M. 1983. Dynamic biochemistry of animal production. Elsevier Science Publisher B.V., The Netherlands. 501 pp.