ว. กรมวิทย. พ. 2539. 38(1) : 59 - 68

สารไอโอดีน

Iodine

อุดมเกียรติ พรรธนประเทศ

กองวิเคราะห์อาหาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Udomkiat Punthanaprated

Division of Food Analysis
Department of Medical Sciences

บทคัดย่อ

ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุจำเป็นที่มีปริมาณน้อยมากในอาหารทุกชนิด เนื่องจากเป็นธาตุที่ให้ปฏิกิริยารุนแรง จึงไม่พบเป็นอิสระในธรรมชาติ รวมตัวกับโลหะต่าง ๆ ได้สารประกอบไอโอไดด์ พบมากในแหล่งของสารไนเทรตในรูปของไอโอเดต และในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลวงศ์ลามินาเรีย มีบทบาทสำคัญในร่างกายคือสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ ฮอร์โมนนี้จะไปมีอิทธิพลต่อขบวนการต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อ เช่น ในขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ความต้องการไอโอดีนของร่างกาย สำหรับวัยรุ่นและผู้ใหญ่ เด็กอายุ 3-11 เดือน , 1-3 ปี, 4-6 ปี, และ 7-9 ปี ต้องการวันละ 150, 50, 70, 90 และ 120 ไมโครกรัม ตามลำดับ การขาดสารไอโอดีนจะมีผลกระทบต่อร่างกายคือ ทำให้เกิดโรคคอพอก และไฮโพไทรอยดิซึม สำหรับมารดาที่ขาดสารไอโอดีนอย่างรุนแรงในระหว่างตั้งครรภ์ จะทำให้เด็กเกิดมาแคระแกร็น การบริโภคไอโอดีนในอาหารเกินความจำเป็นประมาณวันละ 2,000 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลานาน จะชักนำให้เกิดโรคคอพอก ไฮโพไทรอยดิซึมและไฮเพอร์ไทรอยดิซึม การบริโภคไอโอดีนโดยตรงในครั้งเดียวประมาณ 2 กรัม จะทำให้เกิดอาการปวดท้อง คลื่นเหียน อาเจียน ท้องร่วง เกิดแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ปอดอักเสบ ไตวาย หมดสติ และตาย นอกจากนี้ไอของสารไอโอดีนจะทำให้เกิดความระคายเคืองตา และระบบหายใจ ความปลอดภัยสูงสุด เมื่อสัมผัสเป็นเวลานาน ที่ความเข้มข้นของไอโอดีน 0.1 ส่วนในล้านส่วน

ABSTRACT

Iodine, essential mineral, is a trace element in all of foods. Because of its great reactivity, Iodine is not found free in nature. It combines readily with most metals to form iodide compounds. The major sources of iodine are found In nitrate deposits as iodates and in brown seaweed of the Laminaria family. The major role of iodine in human bodies is synthesis of thyroid hormone from thyroid gland. This hormone has effect on processes in body tissues, such as carbohydrate, protein, and lipid metabolism. The daily iodine requirement for adolescents and adults, children of age 3-11 months, 1 to 3, 4 to 6, and 7 to 9 years old is 150, 50, 70, 90 and 120 ug, respectively. Iodine deficiency results goiter and hypothyroidism and causes cretinism during pregnancy. Excessive intake of iodine in foods, for along time about 2,000 ppm/day, induces goiter, hypothyroidism and hyperthyroidism. Ingestion of large quantities directly, about 2 grams of iodine, causes abdominal pain, nausea, vomiting, diarrhea, gastrointestinal ulceration, chemical pneumonitis, acute renal failure, collapse and death. Inaddition, Iodine vapor irritates eyes and the respiratory system. The maximum safe concentra ion of iodine for prolonged exposure is set at 0.1 ppm.

Key words : Iodine, Thyroid hormone, Goiter

บทนำ

ไอโอดีนเป็นธาตุที่มีอยู่ตามธรรมชาติทั่วไป มีปริมาณน้อยมากทั้งในดิน น้ำ และ อาหารตามธรรมชาติ อาหารทะเล เช่น ปลา กุ้ง หอย และปู เป็นแหล่งของไอโอดีนที่สำคัญ ร่างกายต้องการไอโอดีน เพื่อการสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย ทำให้เกิดการพัฒนาทางร่างกาย และสติปัญญา การขาดสารไอโอดีนจะมีผลกระทบต่อร่างกาย เช่น ทำให้เกิดโรคคอพอก โรคไฮโพไทรอยดิซึม นอกจากนี้การขาดสารไอโอดีนในระหว่างตั้งครรภ์ จะมีผลไปชะงักช่วงการพัฒนาที่สำคัญ ทำให้เด็กเกิดมามีอัตราการเจริญเติบโตช้า มีรูปร่างแคระแกร็น เป็นต้น

ไอโอดีนมีประโยชน์ต่อวงการแพทย์ค่อนข้างมาก เช่น สารละลายไอโอดีน หรือ ทิงเจอร์ไอโอดีน ซึ่งมีความเข้มข้นของไอโอดีน ประมาณร้อยละ 2-5 ในน้ำหรือในแอล-กอฮอล์ ใช้สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และราตามบาดแผล ไอโซโทปของไอโอดีน (iodine isotope) ถูกนำมาใช้ตรวจวินิจฉัยโรคต่าง ๆ ติดตามการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ไอโซโทปของไอโอดีนกัมมันตรังสี (radioactive iodine isotope,I^{131}) มีประโยชน์ต่อการตรวจวินิจฉัยโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของต่อมไทรอยด์ เช่น ไฮโพไทรอยดิซึม ไฮเพอร์ไทรอยดิซึม และมะเร็งไทรอยด์ โดยการตรวจวัด ขนาด รูปร่าง และการทำงานของต่อมไทรอยด์ นอกจากนี้ไอโอดีนยังมีประโยชน์ต่องานวิเคราะห์วิจัยในห้องปฏิบัติการ และเป็นสารทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

จะเห็นได้ว่า ไอโอดีนมีความสำคัญต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน มีประโยชน์ต่อวงการแพทย์และอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารนี้ จะทำให้ทราบแนวทางป้องกันภาวะการขาดสารนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้บริโภคจะได้มีความรู้มากขึ้น และเห็นความสำคัญของการบริโภคอาหารอย่างถูกหลักอนามัย และมีสารอาหารครบถ้วนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย อันจะนำมาซึ่งความมีสุขภาพจิตที่ดีภายใต้สภาพร่างกายที่แข็งแรงและสมบูรณ์

ประวัติ

มีการค้นพบไอโอดีนได้โดยบังเอิญในปี ค.ศ. 1811 โดยนักเคมีชาวฝรั่งเศส ชื่อเบอร์นาร์ด เคอร์ทอยส์ (Bernard Courtois) ขณะผลิตโพแทสเซียมไนเทรตส่งให้กับกองทัพนโปเลียน ได้สังเกตเห็นว่าถังทองแดง ซึ่งบรรจุของเหลวที่ได้จากการสกัดเถ้าสาหร่ายทะเล (seaweed ash) ถูกกัดกร่อน ขณะเดียวกันเมื่อเติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้นลงไปในของเหลวนี้ จะเห็นตะกอนสีดำตกลงมา ตะกอนที่ได้นี้มีคุณสมบัติให้ไอสีม่วงเกิดขึ้นขณะถูกความร้อน เมื่อส่งตัวอย่างนี้ไปให้ เจ แอล เกย์ ลุสแซก (J.L. Gay Lussac) พิจารณาและตรวจสอบได้ผลสรุปว่าตัวอย่างดังกล่าวเป็นธาตุชนิดใหม่[1] ในปี ค.ศ. 1813 นักเคมีชาวอังกฤษ ชื่อ เซอร์ ฮัมฟรีย์ เดวี (Sir Humphey Davy)ได้ตรวจสอบและมีความเห็นว่าเป็นธาตุที่มีคุณสมบัติเหมือนคลอรีน จึงตั้งชื่อเป็น ไอโอดีน ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษากรีซว่า ไอโอไอเดส (ioeides) หมายถึง สีม่วง[2]

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ไอโอดีนในสภาพปกติ เป็นของแข็งสีดำน้ำเงิน (bluish-black) น้ำหนักอะตอม (atomic weight) 126.9 จุดหลอมเหลว 113.6 องศาเซลเซียส จุดเดือด 185.2 องศาเซลเซียส กลิ่นเฉพาะตัว ไอสีม่วงมีฤทธิ์กัดกร่อน ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.5 ระเหิดได้ที่อุณหภูมิห้องได้ไอสีม่วงเข้ม ละลายได้ดีในสารละลายของไอโอไดด์ และในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซิน คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) เอทานอล และเอทิลอีเทอร์ โดยละลายได้ 14.1,16.5, 21.4 และ 25.2 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม ตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่สามารถละลายในน้ำเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 25 และ 100 องศาเซลเซียส ไอโอดีนละลายในน้ำได้ 0.34 และ 4.48 กรัมไอโอดีนต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับได้สารละลายสีน้ำตาลมีสภาวะเป็นกรด ส่วนการละลายของไอโอดีนในตัวทำละลายคาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) หรือคาร์บอนไดซัลไฟด์ ได้สารละลายที่มีสีม่วง [3,4]

ไอโอดีนเป็นธาตุเฮโลเจน (halogen element) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม VIIA ของตารางธาตุ (periodic table) ได้แก่ ฟลูออรีน (F) คลอรีน (Cl) โบรมีน (Br) ไอโอดีน (I) และแอสเททีน (At) ไอโอดีนเป็นธาตุที่มีปฏิกิริยารุนแรง จึงไม่อยู่ในสภาพอิสระตามธรรมชาติรวมตัวได้อย่างรวดเร็วกับธาตุอื่น ๆ เกือบทั้งหมด ยกเว้นก๊าซเฉื่อย ซัลเฟอร์ และซีลีเนียม ไม่ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับคาร์บอน ไนโตรเจน หรือออกซิเจน ปฏิกิริยาของไอโอดีนมีความรุนแรงและความคงตัวน้อยกว่าธาตุเฮโลเจนอื่น ๆ แต่สำหรับสารประกอบไอโอดีนที่ไอโอดีนมีวาเลนซี (Valence) เป็นบวกหรือรวมตัวเป็นสารประกอบออกไซด์ จะมีความคงตัวมากกว่าธาตุเฮโลเจนอื่น ๆ ปกติไอโอดีนมีวาเลนซีเป็น -1, +3, +5 และ +7 สารประกอบไอโอดีนส่วนใหญ่ ไอโอดีนจะมีวาเลนซีเป็น -1 (ไอโอไดด์) +5 (ไอโอเดต) และ +7 (เพอริโอเดต) [1,2]

ไอโอดีนในสารละลายที่เป็นกรด จะเป็นตัวออกซิไดซ์อ่อน ๆ (mild oxidizing agent) สามารถออกซิไดซ์-ซัลไฟต์เป็นซัลเฟต หรือไทโอซัลเฟตเป็นเตตราไทโอเนต แต่ไอโอไดด์ในสารละลายนี้ จะไปรีดิวซ์เกลือของเหล็กและทองแดง (ferric and cupric salt) รวมทั้งไปรีดิวซ์สารประกอบของวานาเดียม (vanadium) โครเมียม (chromium) และแมนกานิส (manganese) ที่มีวาเลนซีสูงสุด ได้ไอโอดีนปลดปล่อยออกมา ในสารละลายนี้ ถ้ามีสารซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ เช่น คลอรีน โบรมีน กรดไนทรัส (nitrous acid) และกรดไนทริก (nitric acid) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารละลายที่ร้อน จะสามารถออกซิไดซ์ไอโอไดด์เป็น ไอโอดีน แต่ถ้าสารละลายเป็นกลาง (neutral) และเย็น หรือสารละลายเป็นกรดเล็กน้อยและมีไนเทรตเจือปน ปฏิกิริยาปลดปล่อยไอโอดีนจะไม่เกิดขึ้น ไอโอดีนในสารละลายกรดไนทริกเข้มข้น หรือสารละลายของคลอรีน โบรมีน

คลอเรต โบรเมต หรือเพอร์มังกาเนตจะถูกออกซิไดซ์เป็นไอโอเดต ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับไอโอไดด์ เช่น โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ได้ไอโอดีนเกิดขึ้น (รูปที่ 1) จึงใช้เป็นหลักพื้นฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนทั้งหมด (total iodine) ในอาหาร [1,5]

$$3I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 6HIO_3 + 10NO + 2H_2O$$

$$I_2 + 2ClO_3^- \longrightarrow 2IO_3^- + Cl_2$$

$$5I^- + IO_3^- + 6H^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

รูปที่ 1 ปฏิกิริยาการเกิดไอโอเดต และไอโอดีน

ไอโอดีนในสารละลายที่เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อยจะเป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงขึ้น สามารถออกซิไดซ์อาร์เซนิก (arsenic) วาเลนซี +3 (As^{+3}) เป็นอาร์เซนิกวาเลนซี +5 (As^{+5}) แต่ในสารละลายของไฮโพคลอไรต์ (hypochlorite) หรือไฮโพโบรไมต์ (hypobromite) ไอโอดีนจะถูกออกซิไดซ์เป็นไอโอเดต[1] สำหรับปฏิกิริยาการทำลายไอโอดีนที่จะทิ้งไปจะใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 300 ลบ.ซม. ซึ่งมีโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เจือปน 0.1 กรัม สามารถทำลายไอโอดีนได้ประมาณ 5 กรัม[6] ตามปฏิกิริยาดังนี้

$$I_2 + Na_2S_2O_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2SO_4 + S + CO_2$$

รูปที่ 2 ปฏิกิริยาการทำลายไอโอดีน

แหล่งของไอโอดีน

ไอโอดีนมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ทั้งในดิน หิน น้ำใต้ดิน น้ำทะเล และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ แต่มีปริมาณน้อยมาก เช่น ในน้ำทะเลมีปริมาณไอโอดีน 0.05 ส่วนในล้านส่วน พื้นผิวโลกมีปริมาณไอโอดีน 0.3 ส่วนในล้านส่วน ส่วนในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลวงศ์ลามินาเรีย (Laminaria family) มีปริมาณไอโอดีนค่อนข้างสูง คือ ประมาณร้อยละ 0.45 ของน้ำหนักแห้ง[1,5] โดยทั่วไปสาหร่ายทะเล (Seaweed) มีปริมาณไอโอดีนร้อยละ 0.4 - 0.6 ของน้ำหนักแห้ง สำหรับสาหร่ายทะเลเคลป์ (Kelp) มีปริมาณไอโอดีน 0.8 - 4.5 กรัมต่อกิโลกรัม ปกติอาหารทะเลจะเป็นแหล่งของไอโอดีน โดยหอยนางรม

(oyster) มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด ตามด้วยหอยกาบ (clam) กุ้งล็อปสเตอร์ (lobster) กุ้ง (shrimp) ปูและปลา สำหรับปลาแซลมอน (salmon) มีปริมาณไอโอดีนน้อยที่สุดในกลุ่มอาหารทะเล เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารตามธรรมชาติทั่วไป อาหารทะเลมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่ามาก ตัวอย่างเช่น ปลาในน้ำเค็ม มีปริมาณไอโอดีน 300 - 3,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ปลาในน้ำจืดมีปริมาณไอโอดีน 20 - 40 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม[7] สำหรับแหล่งผลิตไอโอดีนเพื่อการค้าอยู่ที่ประเทศชิลี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดของโลก โดยไอโอดีนสะสมอยู่กับแหล่งของสารไนเทรต (nitrate deposits) ในรูปของไอโอเดต เช่น แคลเซียมไอโอเดต ($Ca(IO_3)_2$) คิดเป็นปริมาณไอโอดีน ร้อยละ 0.02-1.0 ของน้ำหนัก[5]

ปริมาณไอโอดีนในอาหารประเภทต่าง ๆ (ตารางที่ 1) จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของอาหารนั้นและการเติมเสริมลงไป ปริมาณไอโอดีนในน้ำดื่มจะมาจากไอโอดีนในดินและหินที่น้ำสัมผัส ในพืชและผักจะมาจากไอโอดีนในดิน น้ำและปุ๋ย และในเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่มาจากน้ำและอาหารสัตว์ที่มีการเสริมไอโอดีนลงไป ตัวอย่าง เช่น อาหารสัตว์ที่เติมสีแดงเออริโทรซีน ($C_{20}H_6I_4Na_2O_5$) ซึ่งสีชนิดนี้มีไอโอดีนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 58 ในอาหารโคนม มีการเติมเอทีลีนไดอะมีนไดไฮโดรไอโอไดด์ (ethylenediamine dihydroiodide) ในอาหารที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต (Processed food) ซึ่งมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารที่มีไอโอดีนเป็นส่วนประกอบ เช่น ใช้แคลเซียมหรือโพแทสเซียมไอโอเดตปรับคุณลักษณะของโด (dough strengthener) ในกระบวนการผลิตขนมปังและขนมอบอื่น ๆ นอกจากนี้ไอโอดีนยังอาจมาจากสารทำความสะอาด (sanitizing agent) ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารไอโอโดฟอร์ (iodophor) เป็นต้น[2]

ตารางที่ 1 ปริมาณไอโอดีนในอาหาร[2]

ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโอดีนโดยเฉลี่ย (µg/serving)
1. เครื่องดื่ม เช่น เครื่องดื่มเชอร์รี่, ไวน์, โคล่ากระป๋อง, โซดามะนาวกระป๋อง ฯลฯ	1
2. ไขมันและซอส เช่น มายองเนส, เนย, ซีอิ้วขาว ฯลฯ	1
3. ผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล, สับปะรด, ส้ม, แตงไทย, ลูกพลับแห้ง, ลูกเกดแห้ง ฯลฯ	2
4. น้ำผลไม้ เช่น น้ำส้มกระป๋อง, น้ำสับปะรดกระป๋อง, น้ำลูกเกดกระป๋อง	3
5. อาหารให้รสหวาน เช่น น้ำจิ้มทำจากมะเขือเทศ, น้ำผึ้ง, เยลลี่องุ่น, ลูกกวาดรสชอกโกแล็ตนม, คาราเมล ฯลฯ	3
6. ผักและผลิตภัณฑ์ เช่น ต้นหอม, ผักชี, กะหล่ำปลีดอง, ข้าวโพดกระป๋อง, เห็ดกระป๋อง ฯลฯ	6
7. ซุป เช่น ซุปเนื้อกระป๋อง, ซุปไก่กระป๋อง	12

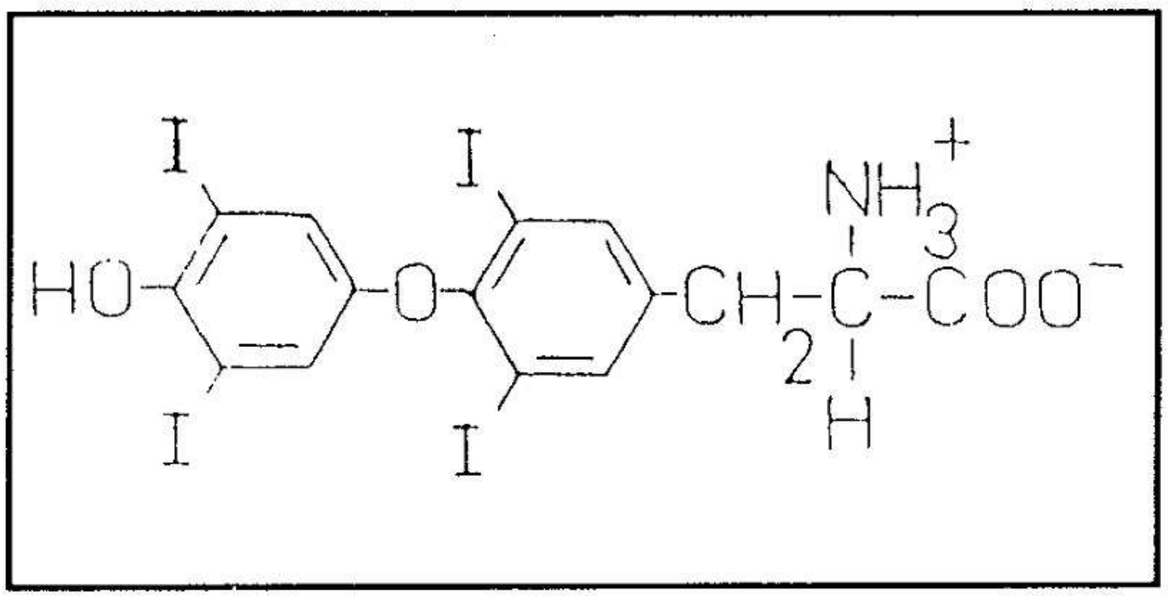
ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโอดีนโดยเฉลี่ย (µg/serving)
8. ขนมทำจากเมล็ดพืช เช่น ไพแอปเปิ้ลแช่แข็ง, เค็กชอกโกแล็ต, โดนัต, เค็กกาแฟ, คุกกี้ ฯลฯ	13
9. เนยแข็ง (อเมริกัน, เช็ดดาร์)	14
10. ผลิตภัณฑ์จากเมล็ดพืช เช่น ขนมปัง, ขนมเบื้อง, เส้นก๋วยเตี๋ยวสุก, มะกะโรนีสุก, ข้าวโพดคั่ว ฯลฯ	20
11. เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู, เนื้อวัว, เนื้อไก่ และเนื้อแกะที่ทำให้สุกแล้ว	20
12. ไข่ต้ม, ไข่ทอด	32
13. อาหารจำพวกไก่ทอด, สปาเก็ตตี้ในซอสมะเขือเทศกระป๋อง สตูเนื้อและผัก, พิซซ่า ฯลฯ	56
14. ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมข้น, นมผง, โยเกิร์ตรสสตรอเบอร์รี่ มันเนย ฯลฯ	60
15. ปลาทูน่ากระป๋อง, กุ้งเผา, ปลาค็อดสุก	72
16. ขนมทำจากนม เช่น ไอศกรีมแซนด์วิช, นมเย็นรสวานิลา, ไอศกรีมรสชอกโกแล็ต, ไพฟักทองแช่แข็ง ฯลฯ	72
17. น้ำนมโค	25-768 ไมโครกรัมต่อลิตร
18. น้ำนมมารดา	64-178 ไมโครกรัมต่อลิตร
19. น้ำ	1-18 ไมโครกรัมต่อลิตร

บทบาทและหน้าที่ของไอโอดีน

ไอโอดีนในอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไอโอไดด์ จึงถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วผ่านกระเพาะอาหารและลำไส้ ส่วนไอโอดีนในรูปอื่น ๆ จะถูกรีดิวซ์ให้เป็นไอโอไดด์ก่อนถูกดูดซึม แล้วกระจายไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถพบไอโอดีนตามเนื้อเยื่อของร่างกายและสิ่งที่ถูกขับออกจากร่างกาย เช่น ปัสสาวะและเหงื่อ ปริมาณไอโอดีนทั้งหมดในร่างกายมีน้อยมาก สำหรับผู้ใหญ่มีประมาณ 10 - 50 มิลลิกรัม ประมาณร้อยละ 70-90 ของไอโอดีนทั้งหมด ยึดกับโปรตีนไทโรโกลบิวลิน (Thyroglobulin) ของต่อมไทรอยด์ (thyroid gland)[2] ปริมาณไอโอดีนที่รับเข้ามามากเกินพอ ส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ดังนั้นปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะ จึงเป็นสิ่งชี้วัดถึงสภาวะของไอโอดีนในร่างกายได้เป็นอย่างดี ไอโอดีนส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกขับออกทางอุจจาระ เหงื่อ และลมหายใจออก

บทบาทของไอโอดีนในร่างกายคือ การสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน (thyroid hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนไทร็อกซีน (thyroxine) (รูปที่ 3) และฮอร์โมนไทร-

ไอโอโดไทโรนีน (triiodothyronine) ฮอร์โมนทั้งสองชนิดประกอบด้วยไอโอดีน 4 อะตอม และ 3 อะตอม ตามลำดับ ไทรอยด์ฮอร์โมนที่ถูกสร้างขึ้นจะซึมเข้าสู่กระแสโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ไปมีอิทธิพลต่อขบวนการต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อ ทำหน้าที่ช่วยในขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน นอกจากนี้ยังช่วยในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทอัตโนมัติ การสังเคราะห์และการหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมนจะอยู่ภายใต้การควบคุมของไทรอยด์สติมูเลติงฮอร์โมน (thyroid stimulating hormone, TSH) จากต่อมพิทูอิทารี (pituitary gland) ในสมอง ถ้าระดับไทรอยด์ฮอร์โมนในกระแสโลหิตลดต่ำลง ต่อมพิทูอิทารีจะสร้าง TSH เพิ่มขึ้นเพื่อกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้ผลิตไทรอยด์ฮอร์โมนเพิ่มขึ้นให้เพียงพอ[2,8]



รูปที่ 3 สูตรโครงสร้างของไทร็อกซีน

ความต้องการไอโอดีนของร่างกาย

ความต้องการไอโอดีนในคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับอายุเป็นสำคัญ ปกติต่อมไทรอยด์ต้องการไอโอดีนประมาณ 60 ไมโครกรัม[2] เพื่อการสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนอย่างเพียงพอ ในผู้ใหญ่ระดับปริมาณไอโอดีน 50-75 ไมโครกรัมต่อวัน หรือปริมาณไอโอดีน 1 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เพียงพอสำหรับป้องกันโรคคอพอก แต่เพื่อให้ได้ปริมาณไอโอดีนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย วัยรุ่นและผู้ใหญ่ทั้งสองเพศจึงควรได้รับไอโอดีนวันละประมาณ 150 ไมโครกรัม ส่วนหญิงมีครรภ์และหญิงให้นมบุตร ควรได้รับเพิ่มวันละ 25 และ 50 ไมโครกรัม ตามลำดับ เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการของตัวอ่อนในครรภ์ และเพื่อให้มีไอโอดีนส่วนเกินหลั่งเข้าสู่น้ำนม สำหรับเด็กอายุ 3 - 11 เดือน, 1 - 3 ปี, 4 - 6 ปี และ 7 - 9 ปี ต้องการไอโอดีนวันละ 50, 70, 90 และ 120 ไมโครกรัม[9] ตามลำดับ

โดยเหตุที่ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุที่มีปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ การบริโภคอาหารให้มีปริมาณไอโอดีนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เป็นสิ่งที่ปฏิบัติได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากอาหารที่บริโภคประจำวัน เช่น เนื้อสัตว์ นม ไข่ และพืชผักต่าง ๆ มีปริมาณไอโอดีนน้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลย นอกจากกลุ่มอาหารที่มาจากทะเลซึ่งมีปริมาณไอโอดีนค่อนข้างมาก ปัญหาการเกิดโรคที่เป็นสาเหตุมาจากร่างกายขาดสารไอโอดีน จึงมักเกิดขึ้นกับกลุ่มประชากรในชนบทห่างไกลในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้พยายามแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง โดยการเสริมไอโอดีนลงในเกลือบริโภค น้ำบริโภค และน้ำปลา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่ผลิตขึ้นมาจะต้องมีคุณภาพมาตรฐานและมีปริมาณไอโอดีนตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับต่าง ๆ (ตารางที่ 2) ในขณะเดียวกัน

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ผลิตขนมอบกรอบผสมสาหร่ายทะเลผมนาง (พบมากแถบชายฝั่งทะเลของประเทศไทย) หรือขนมไอโอ ซึ่งมีปริมาณไอโอดีนประมาณ 76-155 ไมโครกรัมต่อซอง (30 กรัม)[10] ตั้งแต่ปี 2536 จนถึงปัจจุบันปีละ 1 ล้านซอง เพื่อทำการแจกจ่ายให้กับเด็ก ๆ ในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมอบความรับผิดชอบให้กับกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข เป็นหน่วยงานดำเนินการแจกจ่ายต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณไอโอดีนในอาหารที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ประกาศฉบับที่	ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม/100 กิโลแคลอรี่)
35 (พ.ศ. 2528)	นมดัดแปลงสำหรับทารก	ไม่น้อยกว่า 5
36 (พ.ศ. 2528)	อาหารทารก	ไม่น้อยกว่า 5
37 (พ.ศ. 2528)	อาหารเสริมสำหรับเด็ก	ไม่น้อยกว่า 5 และไม่เกิน 20
121 (พ.ศ. 2532)	อาหารสำหรับผู้ต้องการควบคุมน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 15
153 (พ.ศ. 2537)	เกลือบริโภค	ไม่น้อยกว่า 30 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม

ผลของการขาดสารไอโอดีน

ภาวะการขาดสารไอโอดีนอย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเด็กแรกเกิดหรือระหว่างอยู่ในครรภ์มารดา จะมีผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อการพัฒนาทางร่างกายและจิตใจ ซึ่งจะทำให้เด็กแคระแกร็นและมีรูปร่างไม่สมประกอบ ส่วนเด็กในวัยต่าง ๆ จะมีผลกระทบต่อการพัฒนาทางร่างกาย สติปัญญา และอารมณ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของการขาดสารไอโอดีนและความยาวนานของภาวะการขาดสารนี้ สรุปผลที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. คอพอก (goiter) เป็นภาวะที่ต่อมไทรอยด์ขยายตัวใหญ่ขึ้น เซลล์เพิ่มขึ้นทั้งจำนวนและขนาด ทั้งนี้เป็นผลมาจากการขาดสารไอโอดีน ทำให้ไทรอยด์ฮอร์โมนในเลือดลดลง มีผลทำให้ต่อมพิทูอิทารีหลั่งฮอร์โมน TSH เพิ่มขึ้น แล้วไปกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์ทำงานเพิ่มขึ้น เพื่อผลิตไทรอยด์ฮอร์โมนให้เพียงพอ การทำงานอย่างหนักของต่อมไทรอยด์ ทำให้ต่อมไทรอยด์โตขึ้นปรากฏให้เห็นชัดเจน สุขภาพโดยทั่วไปของบุคคลที่เกิดโรคคอพอกยังคงปกติดี นอกจากคอพอกใหญ่ขึ้น จะไปกดทับหลอดลม กล่องเสียง และหลอดเลือดที่คอ ซึ่งจะทำให้หายใจ พูด และกลืนอาหารลำบาก และอาจโตเป็นเนื้อร้ายต่อไป[2,4,8]

2. ไฮโพไทรอยดิซึม (hypothyroidism) เป็นภาวะที่ร่างกายขาดสารไอโอดีนเป็นเวลานาน ซึ่งทำให้ร่างกายขาดแคลนไทรอยด์ฮอร์โมน มีผลทำให้อัตราเมตาบอลิซึมของร่างกายลดลง ความแข็งแรงของร่างกายลดลง อุณหภูมิของร่างกายลดลงจากระดับปกติ ร่างกายไม่ทนต่อความหนาวเย็น น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นทั้ง ๆ ที่ความอยากอาหารลดลง ผิวหนังแห้ง และหยาบ เส้นผมแข็ง หยาบและร่วง อัตราการสลายโปรตีนลดลง ซึ่งจะ

มีผลต่อความสมดุลของไนโตรเจนในร่างกาย การดูดซึมกลูโคสลดลง เนื่องจากการหลั่งอินซูลิน (insulin) ช้ากว่าปกติ ขบวนการเมตาบอลิซึมของไขมันลดลง ทำให้เกิดการสะสมของไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) และคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือด ลดอัตราการเปลี่ยนแคโรทีน (carotene) ไปเป็นไวตามินเอ ทำให้ผิวหนังมีสีเหลือง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายและการพัฒนาทางสติปัญญาลดลง[2]

3. แคระแกร็น (cretinism) เป็นภาวะที่มารดาขาดสารไอโอดีนในระหว่างตั้งครรภ์ ทำให้เด็กที่เกิดมาแคระแกร็น เนื่องจากขาดไทรอยด์ฮอร์โมนในระหว่างช่วงการพัฒนาที่สำคัญ จะเกิดขึ้นกับเด็กในช่วงอายุ 12 เดือนแรก และไม่สามารถรักษาให้กลับคืนมาอยู่ในสภาพปกติได้ อาการโดยทั่วไปมีการเจริญเติบโตช้า หูหนวก ตกใจง่าย ผิวหนังซีด และหยาบ การเคลื่อนไหวช้า ผมแห้ง และแข็ง ความอยากอาหารลดลง หายใจลำบาก อุณหภูมิของร่างกายต่ำกว่าปกติ ร่างกายทนความหนาวเย็นไม่ได้ และความแข็งแรงของร่างกายลดลง[2,8]

ความเป็นพิษของไอโอดีน

ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ในขณะเดียวกันการบริโภคเข้าไปในระดับที่มากเกินไปในครั้งเดียว หรือบริโภคอย่างต่อเนื่องในระดับที่เกินความต้องการของร่างกายจะมีผลอันไม่พึงประสงค์ได้เช่นเดียวกัน ในคนที่มีความไวต่อสารไอโอดีน (iodine sensitivity) เมื่อรับประทานยาที่มีส่วนผสมของไอโอดีน จะเกิดอาการเป็นไข้ ลมพิษ ผิวหนังพุพอง ตาแดงและปอดบวม สำหรับคนที่รับไอโอดีนมากกว่า 2,000 ไมโครกรัมต่อวันอย่างต่อเนื่อง และเป็นเวลานาน อาจมีผลไปขัดขวางการรวมตัวของไอโอดีนกับไทโรซีน (tyrosine) ในต่อมไทรอยด์ ยังผลให้การสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนลดลง ชักนำให้เพิ่มการหลั่งฮอร์โมน TSH กระตุ้นการทำงานของต่อมไทรอยด์เพิ่มขึ้น การรักษาจะต้องให้สารไอโอไดด์ ในคนที่ไม่หายจะเกิดอาการคอพอกและกลายเป็นไฮโพ-ไทรอยดิซึม สำหรับคนที่รับไอโอดีนในปริมาณที่มากเกินพอ อาจเป็นสาเหตุไปกระตุ้นต่อมไทรอยด์ ทำให้สร้างฮอร์โมนมากเกินไป เกิดโรคไฮเพอร์ไทรอยดิซึม (hyperthyroidism) ซึ่งจะแสดงอาการตกใจง่าย สั่นเทา ทนร้อนไม่ได้ คอพอก ร่างกายอ่อนแอ ความอยากอาหารเพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักตัวลด[2]

การรับประทานไอโอดีนโดยตรงทางปากในปริมาณที่มากประมาณ 2 กรัม เกิดอาการปวดท้อง คลื่นเหียนอาเจียน และท้องร่วง เกิดแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ปอดอักเสบ โลหิตจาง หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ ไตวาย หมดสติ และตาย[11] นอกจากนี้การสัมผัสกับสารนี้โดยตรงทางผิวหนัง จะทำให้ผิวหนังไหม้ ไอของสารไอโอดีนจะทำความระคายเคืองตา จมูกและปอด ระดับความปลอดภัยสูงสุด เมื่อสัมผัสเป็นเวลา 30-60 นาที ที่ความเข้มข้นของไอโอดีน 0.3 ส่วนในล้านส่วน แต่ถ้าสัมผัสเป็นเวลานานหลายวัน จะอยู่ที่ความเข้มข้นของไอโอดีน 0.1 ส่วนในล้านส่วน[1,6]

สรุป

ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุจำเป็นที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาด้านต่าง ๆ ของร่างกาย การขาดสารไอโอดีนจึงมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เช่น เกิดโรคคอพอก ไฮโพไทรอยดิซึมและแคระแกร็น แต่เนื่องจากสารนี้มีปริมาณน้อยมากในธรรมชาติ การเสริมลงในอาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อป้องกันภาวะการขาดสารไอโอดีนในกลุ่มประชากรที่มีอัตราการเกิดโรคคอพอกสูง ซึ่งในปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอนามัย ได้ดำเนินการเสริมไอโอดีนลงในอาหาร เช่น เกลือบริโภค หรือน้ำปลา แจกจ่ายหรือจำหน่ายให้กับประชาชน ขณะเดียวกันกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ผลิตขนมไอโอ เพื่อแจกจ่ายให้กับเด็ก ๆ ในจังหวัด

เป้าหมายที่มีปัญหานี้ค่อนข้างมาก รวมทั้งกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้อาหารบางประเภท เช่น อาหารเสริมสำหรับเด็ก ต้องมีปริมาณไอโอดีนตามที่กำหนดไว้ การดำเนินงานอย่างสอดคล้อง และประสานร่วมมือกัน จะทำให้ภาวะการขาดสารไอโอดีนของประชาชน ลดน้อยลงหรือหมดไปในอนาคตไม่ไกลจากนี้ไป

เอกสารอ้างอิง

1. Mark, H.F., Mcketta, J. J. and Othmer, D.F.1966. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd ed. Vol. 11, John Wiley & Son, Inc., New York. p 847-870.
2. Smith, K.T.1988. Trace Minerals in Foods. Marcel Dekker, Inc., New York. p 249-289.
3. Windholz, M., Budavari,S., Stroumtsos,L.Y.and Fertig, M.N.1976. The Merck Index : An encyclopedia of chemicals and drugs,9th ed. Merck & co., Inc., New Jersey. p 4874 - 4875.
4. Gwinn, R.P., Swanson, C.E.and Goetz, P.W.1986. The New Encyclopaedia Britannica, 15th ed. Vol.6, Britannica, Inc., Chicago. p 364-365.
5. Parker, S.P., Weit, J. and Fox, E.J.1982. McGraw - Hill Encyclopedia of Science & Technology, 5th ed. McGraw - Hill, Inc., New York. p 321-325.
6. Armour, M.A.1991. Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide. CRC Press, Inc., Florida. p 192-194.
7. Pigott, G.M.and Tucker, B.W.1990. Seafood Effect of Technology on Nutrition. Marcel Dekker, Inc., New York. p 54-55.
8. Bogert, L.J., Briggs, G.M.and Calloway, D.H.1966. Nutrition and Physical Fitness, 8th ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. p 183-188.
9. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน และแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. พิมพ์ที่ โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. หน้า 101-102.
10. วันทนีย์ ขำเลิศ, ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และรัชนี สวางคพัฒน์. 2538. การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในขนมอบกรอบผสมสาหร่ายทะเลโดยวิธี spectrophotometry.ว.กรมวิทย.พ.37 (1) : 41-46.
11. Dreisbach, R.H. 1980. Hanbook of Poisoning, 10th ed. Lange Medical Publications, Maruzen Asia (Pte) Ltd., Canada. p 359-361.