วิตามินต้านอนุมูลอิสระ

วัชราภรณ์ ประภาสะโนบล

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เมือง เพชรบุรี 76000

บทคัดย่อ

อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย อาจเกิดจากรังสี ปฏิกิริยาเคมีและปฏิกิริยารีดอกซ์ของสารต่างๆ ได้ อนุมูลอิสระเป็นพิษต่อเซลล์ของร่างกายสามารถทำลายดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์และส่วนอื่นๆ ได้ จึงมีผลทำให้เกิดการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื้อ หรือถ้าในระยะยาวอาจมีผลต่อความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์จนทำให้เกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคร้ายอื่นๆ ได้ สารต้านอนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระและทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่สิ้นสุดลงก่อนที่โมเลกุลของสิ่งมีชีวิตจะถูกทำลาย แม้ว่ากลไกการกำจัดอนุมูลอิสระจะมีทั้งจากการใช้ระบบเอนไซม์หลายชนิดภายในร่างกาย และจากภายนอกร่างกายโดยการได้รับอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระหรือวิตามินต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินเอ (เบต้า-แคโรทีน) วิตามินซีและวิตามินอี ถ้าร่างกายมีปริมาณอนุมูลอิสระเกิดขึ้นมาก การใช้ระบบเอนไซม์กำจัดอนุมูลอิสระนั้นอาจไม่เพียงพอและร่างกายไม่สามารถสร้างวิตามินต้านอนุมูลอสิระได้เอง ดังนั้นร่างกายจึงควรได้รับวิตามินต้านอนุมูลอิสระเสริมเข้าไปโดยการบริโภคอาหารจำพวกผักและผลไม้ที่มีวิตามินต้านอนุมูลอิสระสูงอย่างเพียงพอและเหมาะสมอยู่เป็นประจำเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระและช่วยลดโอกาสการเกิดโรคที่มีสาเหตุมาจากอนุมูลอิสระ อย่างเช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและโรคร้ายอื่นๆ ได้

คำสำคัญ : อนุมูลอิสระ วิตามิน สารต้านอนุมูลอิสระ

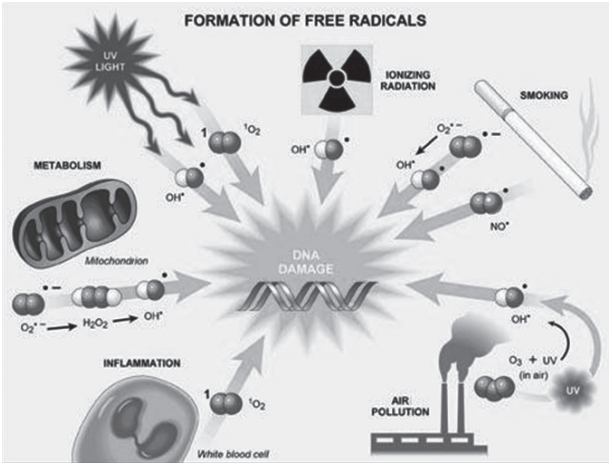
Abstract

Free radical produced by radiation, chemical reaction and several redox reactions of various compounds may contribute to protein oxidation, DNA damage and lipid peroxidation in living tissues and cells. This oxidative stress may be related to many disorders including cancer, heart disease, atherosclerosis, diabetes and liver cirrhosis. Antioxidants are molecules which can safely interact with free radicals and terminate the chain reaction before vital molecules are damaged. Although there are several enzyme systems within the body that scavenge free radicals, the principle micronutrient (vitamin) antioxidants are vitamin A (beta-carotene), vitamin C , and vitamin E. The body cannot manufacture these micronutrients so they must be supplied in the diet. This association may be attributed to the antioxidants from plant foods such vitamin A (beta-carotene), vitamin C, and vitamin E which prevent free radical damages. So that, an adequate and well-balanced supplementation of antioxidant nutrients, at dose that might be reached with a healthy diet that includes a high consumption of fruits and vegetables, is associated with reduced risk of chronic diseases, cancer and a variety of diseases.

Keywords : free radical, antioxidant, vitamin

บทนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) คือ อะตอมหรือกลุ่มของอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (unpaired $\dot{e}$) ซึ่งไม่เสถียร (unstable) และมีพลังงานสูง (extra energy) จึงมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสูง (high reactivity) อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การเกิดของอนุมูลอิสระ (ที่มา [1])

อนุมูลอิสระเกิดขึ้นในร่างกายจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ทางชีวเคมี หรือเกิดจากกลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยเซลล์จะสร้างอนุมูลอิสระขึ้นเอง เมื่อได้รับเชื้อไวรัสหรือแบคทีเรีย และเชื้อโรคบางชนิด ส่วนอนุมูลอิสระที่พบมากในสิ่งแวดล้อมนั้นเกิดจากออกซิเจนในอากาศ การปล่อยรังสีจากอุตสาหกรรม ดวงอาทิตย์ รังสีคอสมิก และรังสีเอ็กซ์จากการฉายแสง ซึ่งเป็นรังสีที่เกิดจากกระบวนการทำให้กลายเป็นไอออน (ionization radiation) โอโซน และไนทรัส ออกไซด์ (nitrous oxide) ที่เกิดจากท่อไอเสีย โลหะหนัก (เช่น ปรอท Hg, แคดเมียม Cd, ตะกั่ว Pb) ฝุ่น ควันบุหรี่ แอลกอฮอลล์ ไขมันไม่อิ่มตัว และสารเคมีจากยาบางชนิด เป็นต้น

ตัวอย่างของอนุมูลอิสระ ได้แก่ อนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ (superoxide anion,O^{2-}) อนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radical, OH^{-}) อนุมูลเปอร์ออกซี (peroxy radical, $ROO^{\cdot}$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide, H_2O_2) เป็นต้น เนื่องจากอนุมูลอิสระไม่ได้เกิดพันธะกับอะตอมตัวอื่นเพื่อเกิดเป็นโมเลกุล ดังนั้นอนุมูลอิสระจึงมักจะไปจับกับอะตอมหรือโมเลกุลที่อยู่บริเวณใกล้ๆ เพื่อขอแบ่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลเหล่านั้นทำให้ประจุเป็นกลาง (neutralization) โมเลกุลนั้นๆ ก็จะสูญเสียอิเล็กตรอนของตัวเองเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) กลายเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่และเกิดปฏิกิริยาต่อไปเรื่อยๆ เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) เมื่อกระบวนการนี้เริ่มต้นเกิดขึ้นภายในร่างกายจะส่งผลเสียหายกับเซลล์ เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจจะไปเกิดกับส่วนที่สำคัญของร่างกาย เช่น DNA หรือ เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์ทำงานแย่ลงหรืออาจตายได้ ดังนั้นร่างกายจึงต้องหาทางป้องกันการถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ โดยสิ่งที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อป้องกันตนเอง คือระบบแอนติออกซิแดนท์หรือสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) อย่างไรก็ตามในสภาวะที่ปริมาณอนุมูลอิสระมีมากเกินกว่าระบบสารต้านอนุมูลอิสระจะจัดการได้นั้น จะทำให้เกิดภาวะเครียดขึ้น (oxidative stress) ก่อให้เกิดผลเสียต่อเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการแก่ (aging) และรุนแรงไปถึงการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เช่น โรคหัวใจอันมีสาเหตุจากอนุมูลอิสระกระตุ้นให้เกิดไขมันสะสมในหลอดเลือดนำไปสู่ภาวะเส้นเลือดตีบ โรคที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน (autoimmune disease) และโรคมะเร็ง (cancer) เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) คือ สารที่ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระมีหลายแบบ เช่น สารต้านอนุมูลอิสระสามารถรับอิเล็กตรอนมาไว้ในตัวเอง และสามารถให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไปได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระนั้นมีฤทธิ์ในการทำลายหรือต่อต้าน

อนุมูลอิสระให้กลายเป็นสารปกติที่ไม่มีฤทธิ์ในการทำลายเซลล์ต่อไป สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญในการป้องกันภาวะเครียด โดยปกติร่างกายเรามีกลไกที่สามารถจัดการกับอนุมูลอิสระได้เนื่องจากภายในร่างกายมีระบบเอนไซม์มากมายที่จะกำจัดอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีไมโครนิวเทรียนท์ แอนติออกซิแดนต์ (micronutrient antioxidant) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากอาหาร ตัวอย่างเช่น วิตามินอี วิตามินเอ (เบต้า-แคโรทีน) วิตามินซี และสารอาหารอื่นๆ แต่ถ้าสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในร่างกายไม่สามารถทำหน้าที่ได้ หรือมีปริมาณของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นมากเกินไป จนสร้างความเสียหายต่อเซลล์ขึ้น ร่างกายเราไม่สามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระหรือวิตามินเหล่านี้ขึ้นได้เอง ดังนั้น ร่างกายต้องได้รับวิตามินต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่นๆ จากการรับประทานอาหาร

สารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดอยู่ในรูปวิตามิน ไม่ว่าจะเป็นวิตามินเอหรือเบต้า-แคโรทีน วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งวิตามินเหล่านี้จะพบมากในผักและผลไม้หลายชนิด (ภาพที่ 2)

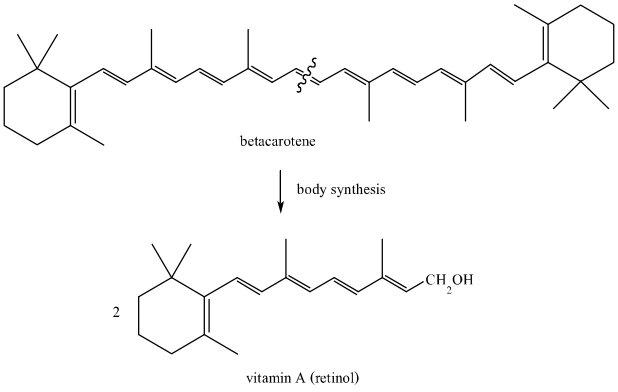
ภาพที่ 2 ผลไม้และผักที่มีเบต้า-แคโรทีน วิตามินซี และวิตามินอี
(ที่มา [2])

ดังนั้นผู้ที่บริโภคผักและผลไม้ที่มีวิตามินเหล่านี้ก็จะทำให้มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะมีผลช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ในประเทศไทยนั้นมีผักและผลไม้มากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีวิตามินและสารอาหารอื่นๆ แตกต่างกันทั้งในด้านชนิดและปริมาณ จึงควรเลือกรับประทานผักและผลไม้ที่มีสารอาหารที่มีประโยชน์เหล่านี้ในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมอยู่เป็นประจำ

วิตามินต้านอนุมูลอิสระ

วิตามินต้านอนุมูลอิสระ หมายถึง สารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปของวิตามินซึ่งมีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ วิตามินต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิตามินเอ (vitamin A) เป็นวิตามินที่เกิดจากสารเริ่มต้นเบต้า-แคโรทีน (β-carotene) โดยเบต้า-แคโรทีน 1 โมเลกุลจะสามารถเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอ 2 โมเลกุลด้วยระบบการทำงานของร่างกายโดยเอนไซม์ carotene deoxygenase ทำให้เกิดการแตกพันธะคู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของโมเลกุล (ภาพที่ 3)



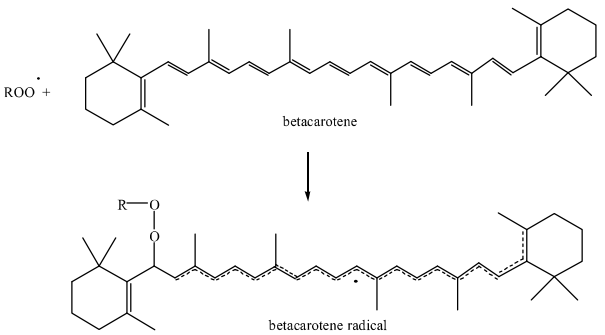
ภาพที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของ เบต้า-แคโรทีนและวิตามินเอ

เบต้า-แคโรทีนเป็นสารตัวหนึ่งในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ที่สามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอลได้ในทางเดินอาหาร จึงจัดเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ โดย 6 มิลลิกรัมของเบต้า-แคโรทีนจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ

1 RE (retinol equivalent) หลังจากสารนี้ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายแล้วจะพบได้ที่เนื้อเยื่อไขมัน ตับ ไต และต่อมหมวกไต มีข้อสังเกตว่าเมื่อสารอยู่ในรูปของวิตามินเอหรือเรตินอลนั้นจะไม่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ จะแสดงบทบาทในการช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของเบต้า-แคโรทีนเท่านั้น เนื่องจากเบต้า-แคโรทีนมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดซิงเกลทออกซิเจน (singlet oxygen) ดังนั้นจึงมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยป้องกันการเกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ในสภาวะที่มี singlet oxygen ดังสมการที่ (1)

$$^1O_2 + {}^1\beta\text{-carotene} \rightleftharpoons {}^3O_2 + {}^3\beta\text{-carotene} \qquad (1)$$

นอกจากนี้เบต้า-แคโรทีนยังสามารถดักจับอนุมูลอิสระเข้าไว้ในโมเลกุลได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพมากกว่าแอลฟ่า-โทโคฟีรอล [3] ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเบต้า-แคโรทีนดักจับอนุมูลอิสระไว้แล้ว โมเลกุลจะเกิดโครงสร้างเรโซแนนซ์ที่มีความเสถียร (ภาพที่ 4)

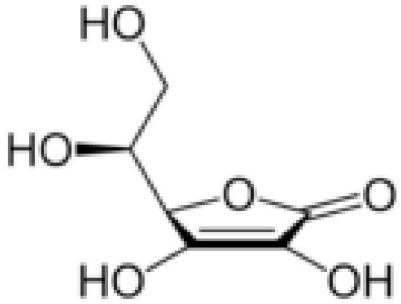


ภาพที่ 4 โครงสร้างเรโซแนนซ์ของโมเลกุลเบต้าแคโรทีน [4]

เบต้า-แคโรทีนยังมีหน้าที่ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ ป้องกันเนื้องอก และมีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ลดความเสี่ยงเกี่ยวกับการเสื่อมของตาเนื่องจากสูงอายุและต้อกระจก ลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็งบางชนิด และโรคหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ยังมีผลต่อเซลล์ผิวหนังโดยมีความจำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่ๆ ช่วยประสานและซ่อมแซมคอลลาเจนให้มีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ เป็นต้น

การบริโภคเบต้า-แคโรทีนจากแหล่งธรรมชาติจะทำให้ได้รับสารแคโรทีนอยด์ตัวอื่นๆ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ด้วย อาหารประเภทผักและผลไม้ที่มีแคโรทีนอยด์สูง ได้แก่ ผักที่มีสีเขียวเข้มและผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม เช่น ผักตำลึง ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ผักขม และฟักทอง แครอท มะเขือเทศ มะละกอสุก และมะม่วงสุก เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าการบริโภคไขมันพร้อมกับแคโรทีนอยด์ จะช่วยเพิ่มการดูดซึมแคโรทีนอยด์ได้ร้อยละ 5 - 25 และปริมาณการบริโภคเบต้า-แคโรทีนที่เหมาะสมยังไม่มีแน่ชัด เนื่องจากข้อมูลแคโรทีนอยด์ในอาหารไทยยังมีไม่มากนัก แต่ในอเมริกานั้นแนะนำให้ผู้ชายบริโภคแคโรทีนอยด์วันละ 6 มิลลิกรัม โดยเป็นเบต้า-แคโรทีน ประมาณ 2.9 มิลลิกรัมต่อวัน นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณของเบต้าแคโรทีนจะลดลงได้จากการใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานานในการประกอบอาหาร เช่น การต้ม นึ่ง และผัด

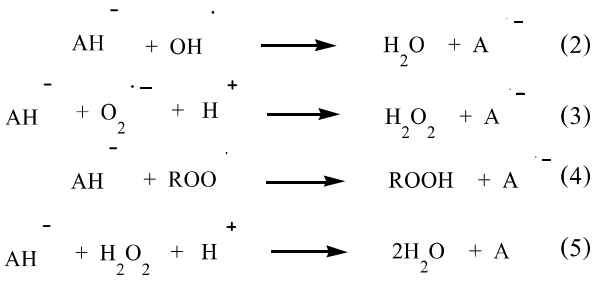
2. วิตามินซี (vitamin C) เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำได้ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) ซึ่งเป็นภาษาละติน หมายถึง ภาวะที่ไม่มีเลือดออกตามไรฟัน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 โครงสร้างโมเลกุลของวิตามินซี

วิตามินซีมีบทบาทหน้าที่สำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนและทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ของปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ในร่างกาย นอกจากนี้วิตามินซียังเป็นโคเฟคเตอร์ (cofactor) ที่สำคัญในเอนไซม์หลายชนิดที่ใช้สังเคราะห์คอลลาเจน คาร์นิทีน และสารเหนี่ยวนำกระแสประสาท (neurotransmitter) วิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการถูก

ทำลายจากอนุมูลอิสระในกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย โดยวิตามินซีซึ่งอยู่ในรูปของ AH^- จะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อนุมูลไฮดรอกซิล อนุมูลเปอร์ออกซิล และ singlet oxygen ได้กลายเป็นสารที่เรียกว่า semidehydroascorbate ($A^{\cdot -}$) และ dehydroascorbate (A) ดังสมการที่ (2)-(5) [5]



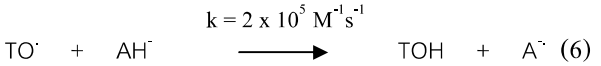
$$AH^- + OH^{\cdot} \longrightarrow H_2O + A^{\cdot -} \quad (2)$$

$$AH^- + O_2^{\cdot -} + H^+ \longrightarrow H_2O_2 + A^{\cdot -} \quad (3)$$

$$AH^- + ROO^{\cdot} \longrightarrow ROOH + A^{\cdot -} \quad (4)$$

$$AH^- + H_2O_2 + H^+ \longrightarrow 2H_2O + A \quad (5)$$

นอกจากนี้วิตามินซียังทำหน้าที่เป็นตัวช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินอีด้วย โดยเปลี่ยนวิตามินอีที่ถูกใช้ในขบวนการต้านอนุมูลอิสระหรือ α-tocopherol$^{\cdot}$ ($TO^{\cdot}$) ให้กลับเป็นวิตามินอีหรือ α-tocopherol (TOH) ดังเดิมได้ดังแสดงในสมการที่ (6) [4]



$$TO^{\cdot} + AH^- \xrightarrow{k = 2 \times 10^5\ M^{-1}s^{-1}} TOH + A^{\cdot -} \quad (6)$$

วิตามินซีทำหน้าที่ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของ LDL (low density lipoprotein) จากกระบวนการเปอร์ออกซิเดชัน (peroxidation) ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และยับยั้งอนุมูลอิสระที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำได้ วิตามินซีสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไนทรัสทำให้สามารถกำจัดไนไทรต์ (nitrite) ในกระเพาะอาหารซึ่งจะเป็นการป้องกันการเปลี่ยนไนไทรต์เป็นไนโทรซามีน (nitrosamine) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง และยังพบอีกว่าวิตามินซีมีฤทธิ์ต้านทานการเกิดมะเร็งในหนู ป้องกันมะเร็งที่เกิดจากการชักนำด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันได้มีการนำวิตามินซีมาใช้ในการป้องกันต้อกระจก โรคหัวใจ และโรคมะเร็งบางชนิดได้ โดยวิตามินซีจะทำงานร่วมกับวิตามินอี

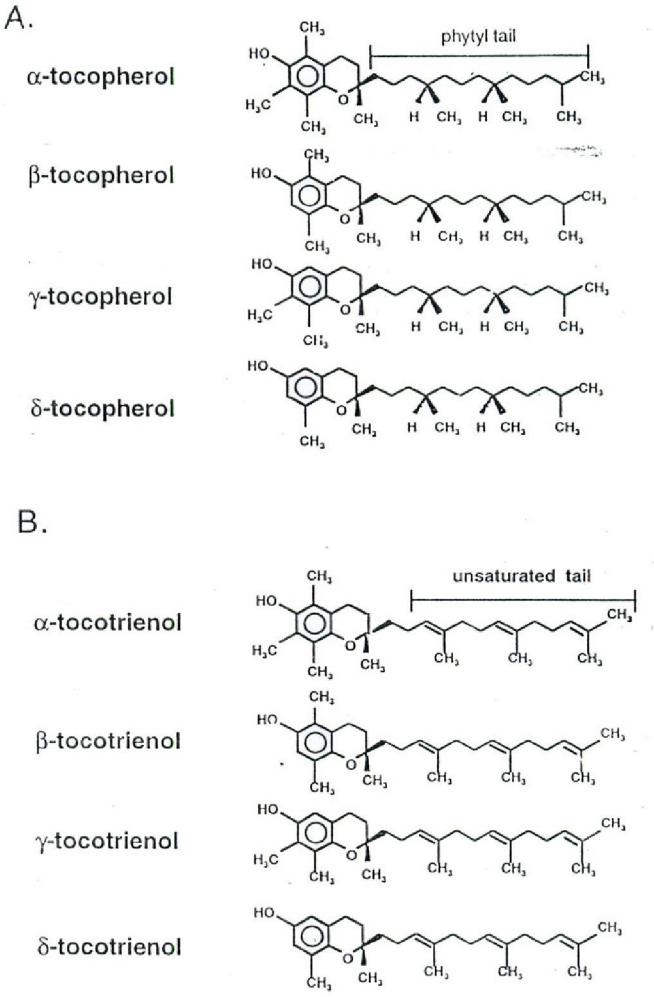
วิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในน้ำ ซึ่งอนุมูลอิสระนั้นเป็นตัวการของความเสื่อมโทรม และความชรา วิตามินซีจึงช่วยลดริ้วรอยและชะลอการเหี่ยวย่นของผิวหนังได้ นอกจากนี้ยังเป็นตัวก่อให้เกิดปฏิกิริยาการสร้างเส้นใย คอลลาเจน และอิลาสตินในระดับเซลล์ ได้จึงมีการนำวิตามินซีมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางต่างๆ ส่วนประโยชน์ด้านอื่นๆ ของวิตามินซีที่มีต่อร่างกาย ได้แก่ ช่วยขจัดสารพิษออกจากร่างกาย ช่วยเสริมระบบภูมิต้านทานและช่วยให้ไม่เป็นหวัดได้ง่าย ช่วยในการสร้างคอลลาเจน ลดการเกิดแผลเป็นและทำให้ผิวนุ่มนวล ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้ดีขึ้น และช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้อีกด้วย

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าวิตามินซีมีความจำเป็นต่อร่างกายมาก หากร่างกายขาดวิตามินซีอาจมีผลให้เกิดอาการเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย เลือดออกตามไรฟัน และยังทำให้ร่างกายสร้างภูมิต้านทานสารพิษจากสภาพแวดล้อมได้น้อยลงด้วย เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างวิตามินซีขึ้นได้เองและวิตามินซียังมีคุณสมบัติสลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อนและแสงแดดอีกด้วย ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีวิตามินซีให้มาก ซึ่งอาหารที่มีวิตามินซีสูงได้แก่ ฝรั่ง มะขามป้อม มะเขือเทศ สตรอเบอรี ผักใบเขียว องุ่น ส้ม พริกสดและผลไม้รสเปรี้ยวอื่นๆ นอกจากนี้ปริมาณวิตามินซีในอาหารประเภทผักและผลไม้นั้นยังขึ้นอยู่กับ ฤดูกาล การเพาะปลูก สถานที่ปลูก การเก็บเกี่ยว และการหุงต้มด้วย ปริมาณของวิตามินซีโดยเฉลี่ยที่แนะนำให้คนไทยบริโภคคือ 40-90 มิลลิกรัมต่อวัน แต่หากได้รับวิตามินซีมากเกินไปจนถึง 2,000 มิลลิกรัมต่อวันจะทำให้เกิดผลข้างเคียงได้ เช่น อาจเกิดอาการท้องเสีย ดังนั้นควรรับประทานผลไม้ที่มีวิตามินซีในปริมาณที่เพียงพอ เพื่อให้ร่างกายห่างไกลจากโรคภัยไข้เจ็บ

3. วิตามินอี เป็นวิตามินชนิดละลายในไขมัน (fat soluble vitamin) ชนิดที่สำคัญที่สุด สำหรับมนุษย์และสัตว์ มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด พบได้ในผนังเซลล์ทุกชนิดและในหยดไขมัน ในระยะแรกที่พบวิตามินอีมี

การตั้งชื่อว่า วิตามินป้องกันการเป็นหมัน (antisterility vitamin) เนื่องจากพบว่าวิตามินอีเป็นสารที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ในหนูเพศเมีย ถ้าขาดวิตามินอีจะทำให้ลูกอ่อนตายในครรภ์และแท้งลูก นอกจากนี้ยังมีการเรียกวิตามินอีว่า โทโคฟีรอล (tocopherol) ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำรวมกันคือ คำว่า toco หรือ tokos แปลว่า การคลอดบุตร (มาจากคำว่า childbirth) และคำว่า phero แปลว่า นำมาซึ่ง (มาจากคำว่า to bring) [6] บางครั้งอาจเรียกว่าวิตามินสำหรับปกป้อง (protecting vitamin) โดยปกป้องเยื่อบุผิวเซลล์ของร่างกายจากการถูกทำลายด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากร่างกายได้รับสารเคมี หรือผลจากการได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต

โครงสร้างโมเลกุลของวิตามินอีจะประกอบด้วยส่วนหัวเป็นวงโครมานอล (chromanol ring) ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซีที่ตำแหน่ง 6 และส่วนหางไฟติล (phytyl tail) เป็นสายโซ่ที่มีคาร์บอน 12 อะตอม ส่วนที่แสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน คือ วงโครมานอล ส่วนหางไฟติลเป็นส่วนที่มีขั้วต่ำทำให้ดูดซึมไขมันได้ดี วิตามินอีในธรรมชาติมีอยู่หลายชนิด ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ โทโคฟีรอล (tocopherol) และโทโคไทรอินอล (tocotrienol) โครงสร้างของวิตามินอีทั้งสองกลุ่มจะแตกต่างกันตรงส่วนหางไฟติล คือในโทโคฟีรอลจะมีแขนงข้างเป็น 4’ 8’ และ 12’ -trimethyltridecyl (ภาพ 6A) ส่วนในโทโคไทรอินอลจะมีตำแหน่งพันธะคู่อยู่ 3 ตำแหน่งที่ 3’ 7’ และ 11’ (ภาพที่ 6B) และในวงโครมานอลจะมีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง 5 7 8 จึงทำให้ทั้งโทโคเฟอรอลและโทโคไทรอินอลมีรูปแบบอนุพันธ์อย่างละ 4 รูปแบบ คือ แอลฟ่า (α-) เบต้า (β-) แกมม่า (γ-) และเดลต้า (δ-) ซึ่งเป็นพยัญชนะในภาษาละตินเพื่อเป็นการบ่งบอกจำนวนและตำแหน่งของหมู่เมทิลที่ติดกับวงแหวนโครมานอล ดังแสดงในภาพที่ 6A และ 6B ตามลำดับ



ภาพที่ 6 โครงสร้างโมเลกุลของวิตามินอี (A) โทโคฟีรอล และ (B) โทโคไทรอินอล (ที่มา [7])

วิตามินอีจัดได้ว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญที่สุดของร่างกายเนื่องจากเป็นสารที่ละลายอยู่บนเยื่อบุผิวเซลล์ โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลเปอร์ออกซิล ดังสมการที่ (7)

$$\alpha\text{-tocopherol} + LOO^{\cdot} \longrightarrow \alpha\text{-tocopherol}^{\cdot} + LOOH \quad (7)$$

อนุมูล α-tocopherol ที่เกิดขึ้นในสมการที่ (6) นั้นสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลเปอร์ออกซิลตัวอื่นทำให้ได้สารที่มีความเสถียร (LOO- α-tocopherol) จึงเป็นผลให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันหยุดลง [5]

โทโคฟีรอลที่พบในธรรมชาติจะเป็นชนิดแอลฟาเท่านั้น ซึ่งพบมากในน้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันเมล็ดถั่วเหลือง น้ำมันงา และโทโคไทรอินอล (tocotrienol) พบมากในน้ำมันปาล์มโอเลอิน และน้ำมันรำข้าว ซึ่งวิตามินอีทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเหมือนกัน แต่โทโคไทรอินอลสามารถยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ไขมันชนิด LDL ได้ด้วย นอกจากนี้วิตามินอียังมีบทบาทหน้าที่ในการป้องกันการออกซิเดชันที่เกิดจากอนุมูลอิสระของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เช่น กรดไลโนเลอิก กรดไลโนเลนิก และกรดอะแรชิโดนิก ในภาวะขาดวิตามินอีร่วมกับการบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะทำให้การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายลดลง ส่งผลให้การป้องกันการเกิดมะเร็งลดลงและมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคมะเร็งได้ง่ายขึ้น วิตามินอีมีฤทธิ์รักษาความแข็งแรงของเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ตลอดจนเพิ่มความชุ่มชื้นของผิวได้ นอกจากนี้ยังช่วยปกป้องผนังเซลล์จากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ การสะสมวิตามินอีบนผิวหนังจะช่วยปกป้องผิวจากแสงแดดและป้องกันมะเร็งผิวหนัง รวมทั้งช่วยซ่อมแซมผิวและให้ภูมิคุ้มกันผิวหนังด้วย

แหล่งที่พบวิตามินอีมากที่สุดในธรรมชาติได้แก่ น้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันจมูกข้าวสาลี น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันพืชอื่นๆ ธัญพืช จมูกข้าวสาลี ข้าวกล้อง ข้าวไม่ขัดสี งา เมล็ดอัลมอน และถั่วลิสงคั่ว เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบในเนื้อสัตว์ต่างๆ ไขมันสัตว์ และผักบางชนิดแต่ปริมาณวิตามินอีที่พบมีน้อย (ยกเว้นผักสีเขียวเข้มจะมีวิตามินอีสูง) ตัวอย่างปริมาณวิตามินอีที่พบในน้ำมันพืชมีดังนี้ ในน้ำมันจมูกข้าวสาลี 100 กรัม จะมีวิตามินอี 119 มิลลิกรัม น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน 100 กรัม มีวิตามินอี 50 มิลลิกรัม น้ำมันถั่วเหลือง 100 กรัม มีวิตามินอี 8.1 มิลลิกรัม ส่วนน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ มีวิตามินอีน้อยกว่า 100 มิลลิกรัม ในน้ำมัน 100 กรัม ปริมาณของวิตามินอีโดยเฉลี่ยที่แนะนำให้คนไทยบริโภคคือ 6-15 มิลลิกรัมต่อวัน

สรุป

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าวิตามินต้านอนุมูลอิสระเป็นสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อร่างกาย สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคอื่นๆ อีกหลายชนิดที่เกิดจากกระบวนการเสื่อมทำลายของเซลล์และอวัยวะต่างๆ จากปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ ซึ่งวิตามินต้านอนุมูลเหล่านี้จะมีอยู่ในอาหารโดยเฉพาะจำพวกผักและผลไม้ ตัวอย่างเช่น วิตามินเอหรือเบต้า-แคโรทีนพบมากในผักที่มีสีเขียวเข้มและผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม วิตามินซีพบมากในผักใบเขียวและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ส่วนวิตามินอีพบมากในผักที่มีสีเขียวเข้ม ธัญพืชและน้ำมันพืชชนิดต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรเลือกบริโภคอาหารที่มีวิตามินต้านอนุมูลอิสระแต่ละชนิดในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมต่อร่างกาย เพื่อเป็นการป้องกันโรคร้ายที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้

เอกสารอ้างอิง

1. *Antioxidants and Free Radicals*. [online] available: http://shop.goji.co.za/custom.aspx?id=2
2. *ผลไม้ที่มีสารต้านมะเร็งสูง*. [online] available: http://herbal.muasua.com/tag
3. Hudson, B.J.F. 1990. *Food Antioxidants*. England: Elsevier Science.
4. Cadennas, E. and Packer, L. 1996. *Handbook of Antioxidant*. USA: Mercel Dekker.
5. Basu, T. K. ,Temple, N. J. and Garg, M. L. 1999. *Antioxidants in Human Health and Disease*. UK: CABI .
6. Michael, G.W. and Robert, S.G. 1968. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Philadelphia: Lea&Febiger.
7. Packer, L., Hiramatsu, M. and Yoshikawa,T. 1999. *Antioxidant Food Supplements in Human Health*. USA: Academic.