

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มะละกอกเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วและเป็นสินค้าที่มีความสำคัญ ทั้งในรูปของผลไม้สดและผลิตภัณฑ์แปรรูป มะละกอกเป็นผลไม้ที่ดีต่อสุขภาพมากและเป็นที่ยอมรับเพราะมีลักษณะของสีเนื้อ รสชาติ ความฉ่ำ และมีกลิ่นเฉพาะตัว (Rivera-Lopez *et al.*, 2005) มะละกอกมีชื่อสามัญคือ Papaya มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* Linn. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ CARICACEAE เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง อวบน้ำ ไม่มีแกนกลาง ใบหยักลึก ดอกสีขาว มีทั้งดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ผลยาวรีปลายค่อนข้างแหลม มะละกอกดิบมีเปลือกสีเขียว เนื้อแข็งกรอบ เมื่อสุกมีเปลือกสีเหลือง หรือสีส้มเหลือง เนื้อนุ่ม สีเหลืองและสีส้ม รสหวาน (นิดดา และทวีทอง, 2550) มะละกอกเป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ ใช้ผลบริโภคทั้งผลดิบ และผลสุก โดยทั่วไปมะละกอกเป็นพืชที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน และปลูกได้ดีในดินทั่วไป แต่ต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขังแฉะ และมีอินทรีย์วัตถุมากพอสมควร มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 130-150 วันหลังจากปลูกด้วยเมล็ด และสามารถให้ผลผลิต 3-4 ปี ถ้าไม่มีปัญหาโรค และแมลงทำลาย สามารถเก็บเกี่ยวผลดิบได้เมื่ออายุ 3-4 เดือน และเก็บเกี่ยวผลสุกได้เมื่ออายุ 5-6 เดือนหลังดอกบาน มะละกอก 1 ต้น สามารถให้ผลผลิตประมาณ 25-30 กก./ปี หรือ 2,966 กก./ไร่ น้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 0.7-2.50 กก. มะละกอกเป็นไม้ผลที่คนทั่วไปนิยมรับประทาน โดยผลดิบนำมาปรุงอาหาร ส่วนผลสุกมักใช้รับประทานสด น้ำคั้นมีรสชาติดี หวานหอม มีวิตามินเอ และแคลเซียมสูง (โกศล, 2548) โดยในประเทศไทยมีแหล่งที่ปลูกมากที่จังหวัดนครราชสีมา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สระแก้ว และชุมพร เป็นต้น (สุเมธ, 2551) นอกจากนี้จะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2554 มีปริมาณการส่งออกมะละกอก 995 ตัน คิดเป็นมูลค่า 50.208 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

มะละกอกพันธุ์แขกดำ

มะละกอกพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ลักษณะทั่วไปของมะละกอกพันธุ์แขกดำคือมีลักษณะต้นเตี้ย แข็งแรง ความสูงประมาณ 2-4 เมตร ก้านใบสีเขียวอ่อน ลักษณะสั้น และแข็งแรง ก้านใบตั้งตรงยาวประมาณ 60-80 เซนติเมตร ใบหนากว่าพันธุ์อื่นๆ มีเส้นใบ 9-11 แฉก ออกดอกติดผลเร็ว ผลมีขนาดปานกลาง ส่วนหัว และปลายผลมีขนาดเท่ากัน ผลยาวประมาณ 25-35 เซนติเมตร ผลโตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 1.5-2 กิโลกรัม ส่วนหัวและปลายผลเกือบมีขนาดเท่ากันตลอด เปลือกของผลหนามีสีเขียวเข้ม เนื้อแน่นและกรอบ ผลในขณะที่ยังดิบมี

เปลือกสีเขียวเข้ม เปลือกหนา เนื้อหนาประมาณ 2.5-3 เซนติเมตร ผลสุกมีสีส้มแดง เนื้อสีแดงเข้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยมีน้ำหนักผลประมาณ 0.60-1.70 กิโลกรัม เหมาะสำหรับบริโภคสุกและดิบ (โกศล, 2548)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีระหว่างการสุกของผลมะละกอ

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนสีของเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในผล เช่น การสร้างเอทิลีน การหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การสุกของมะละกอสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลผลิต เกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีบางชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ ในขณะที่เกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีให้สีเหลือง-แดง มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียร โดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็สามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวก็มีมากเช่นกันในกรณีที่เนื้อเยื่อมีการเสื่อมสลาย (จิ่งแท๋, 2550) ในผลไม้มีสารสีที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำ (water soluble) พบในแควีโอล ได้แก่ สารสีแอนโทไซยานินต่างๆ และกลุ่มที่ละลายในไขมัน (lipid soluble) พบในพลาสติด เช่น สารสีเขียวได้แก่คลอโรฟิลล์ สารสีเหลืองส้มได้แก่ แคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และสารสีแดงได้แก่ ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งสารสีแต่ละชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกัน และมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระหว่างการเก็บรักษา (จิ่งแท๋, 2549)

มะละกอเป็นผลไม้ที่เจริญเติบโตในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนและมีจำหน่ายไปทั่วโลก ผลไม้เมืองร้อนหลายชนิดอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น โพลีฟีนอล วิตามิน และแคโรทีนอยด์ (Rivera-Pastrana *et al.*, 2010) มะละกอเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การเปลี่ยนสีของเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในผล เช่น การสร้างเอทิลีน การหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การสุกของมะละกอสามารถสังเกตได้จากสีของเปลือกที่มีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลผลิต เกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีบางชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ ในขณะที่เกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีให้สีเหลือง-แดง มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียร โดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็สามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวก็มีมากเช่นกันในกรณีที่เนื้อเยื่อมีการเสื่อมสลาย (จิ่งแท๋, 2550) มะละกอเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารสีในธรรมชาติของผลไม้ และ

เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพหรือกิจกรรมในร่างกายมนุษย์ เช่น กิจกรรมของโปรวิตามินเอ แครโรทีนอยด์ซึ่งมีอยู่ในเนื้อของมะละกอจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากและมีการเชื่อมโยงถึงการลดลงของความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง (Ahmed *et al.*, 2012) อนุมูลอิสระและสิ่งกระตุ้นจากภายนอกที่ทำอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ เช่น การสูบบุหรี่ แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มลภาวะ ความเครียด และการสัมผัสกับสารเคมีอันตรายต่างๆ มีการวิจัยพบว่าปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายอันเนื่องมาจากออกซิเจนและอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการเกิดความแก่ (aging process) และโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง โดยในการพยายามชะลอความแก่และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ซึ่งแครโรทีนอยด์น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะแครโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะ เบต้าแครโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถรับประทานได้ง่ายและราคาไม่แพง มีรายงานว่าแครโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแครโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิคุ้มกันด้วย สารกลุ่มแครโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้าแครโรทีน ลูทีน ซีแซนทีน ไลโคพีน และแอสตาแซนทีน เป็นต้นแครโรทีนอยด์หลายชนิด เช่น แครโรทีน ไลโคพีน ลูทีน และ ซีแซนทีน เป็นที่รู้จักกันในด้านที่มีฤทธิ์ด้านสารอนุมูลอิสระ แต่ เบต้าแครโรทีนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงมากที่สุด ซึ่งสารในกลุ่มของวิตามิน ซี อี และเบต้าแครโรทีน จึงถูกเรียกว่า วิตามินต้านอนุมูลอิสระ (Kaur and Kapoor, 2001)

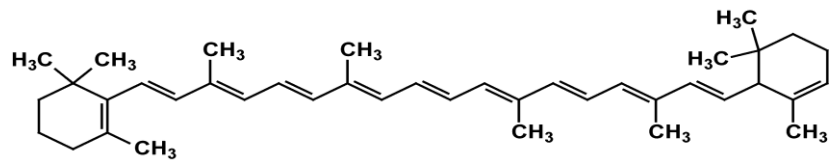
แครโรทีนอยด์ (carotenoid)

แครโรทีนอยด์เป็นสารสีที่พบในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) และโครโมพลาสต์ (chromoplast) ของผลไม้ดอกไม้ และใบของพืช และยังพบได้ในสัตว์ จุลชีพที่สังเคราะห์แสงได้ และสาหร่าย มีแครโรทีนอยด์กว่า 700 โมเลกุลที่ตรวจสอบโครงสร้างได้ และพบทั่วไปในธรรมชาติแครโรทีนอยด์ในพืชจะดูดกลืนพลังงานแสง เพื่อส่งต่อไปให้คลอโรฟิลล์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นตัวจับรังสีอัลตราไวโอเลต จึงปกป้องพืชจากปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเนื่องมาจากแสง (photooxidation) และยังป้องกันการทำลายเซลล์จากอนุมูลอิสระ (free radical) แครโรทีนอยด์ปกป้องพืชในสถานะที่ไม่เหมาะสม เกิดบาดแผล หรือกระทบกับแสงแดดอย่างรุนแรงเพื่อป้องกันการติดเชื้อและการทำลายจากแสงแดด

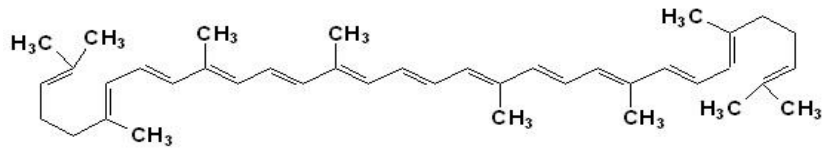
สารกลุ่มแครโรทีนอยด์สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างเคมีได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนแคโรทีน (hydrocarbon carotenenes) เป็นกลุ่มโครงสร้างของโมเลกุล ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมกับไฮโดรเจนอะตอมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ลูทีน (acyclic) เบต้าแคโรทีน (cyclic) และไลโคพีน เป็นต้น (ภาพที่ 1)

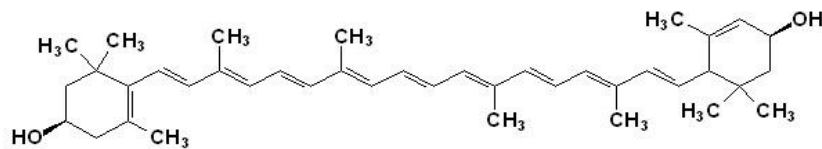
2) กลุ่มออกซิเจนเตแซนโทฟิลล์ (oxygenated xanthophylls) เป็นกลุ่มของสารแคโรทีนอยด์ที่มีหมู่ฟังก์ชันที่ประกอบด้วยออกซิเจนอะตอมอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลด้วย ได้แก่ สารพวกแซนโทฟิลล์ เช่น ซีแซนทีน (zeaxanthin) มีอนุพันธ์ไฮดรอกซิลสไปลโลแซนทีน (spipilloxanthin) มีอนุพันธ์ของเมทอกซิล เป็นต้น (ภาพที่ 2)



Beta-carotene

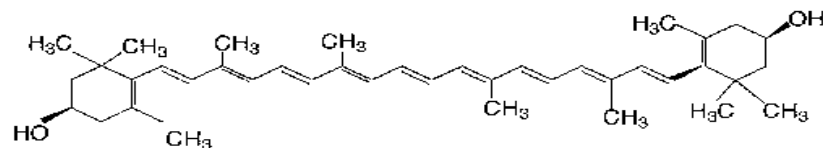


Lycopene

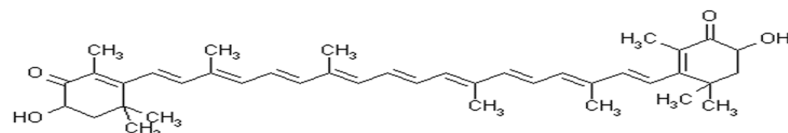


Lutein

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives



Zeaxanthin

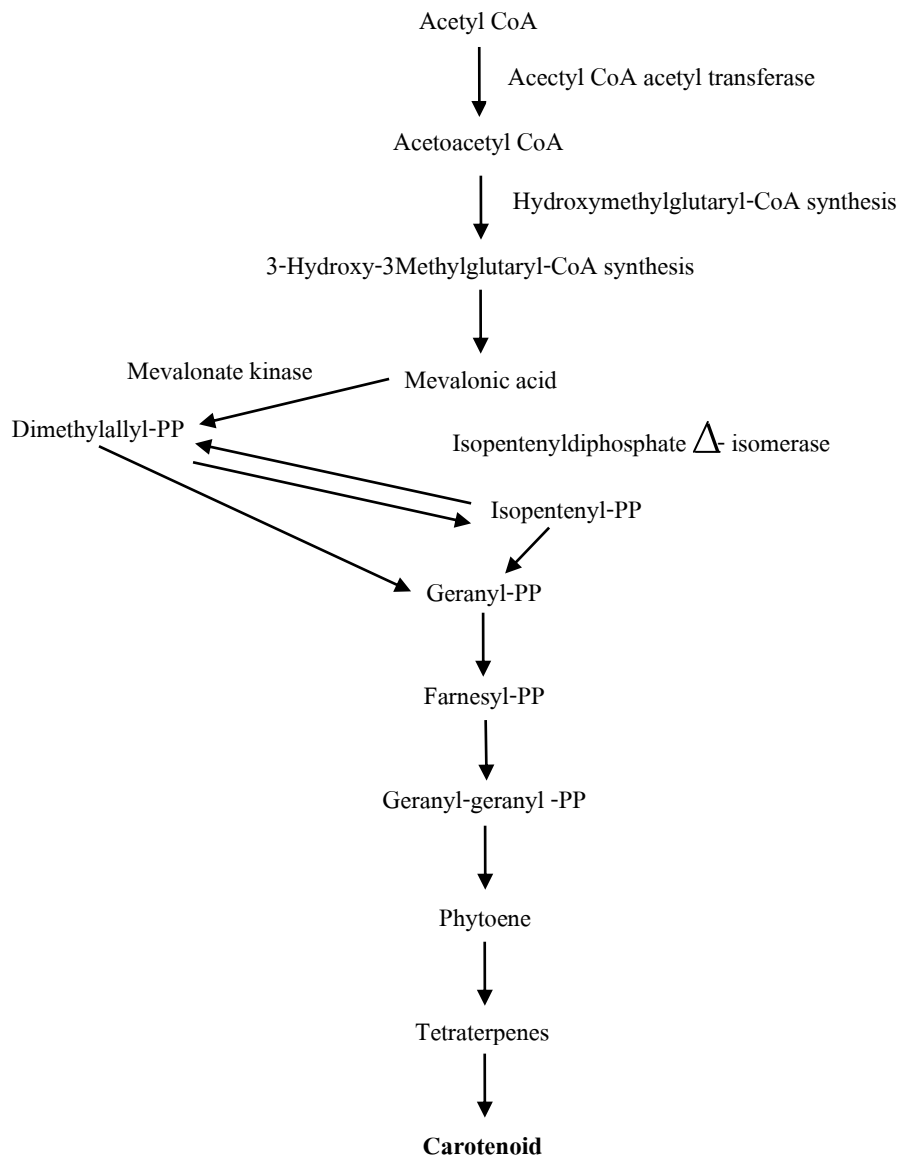


Astaxanthin

ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives

การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์

การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มีขั้นตอนดังภาพที่ 3 สารตั้งต้นคือ acetyl CoA จำนวน 3 โมเลกุล อยู่ในรูปของ mevalonic acid หลังจากนั้นเกิดปฏิกิริยา decarboxylate และ dehydrate ได้ isopentenyl pyrophosphate (IPP) ต่อจากนั้นเกิดการปฏิกิริยาอีกหลายขั้นตอนจนกระทั่งได้สาร geranyl geranyl pyrophosphate (GGPP, C₂₀) หลังจากนั้นเกิดการจับของ GGPP จำนวน 2 โมเลกุล ได้ phytoene (C₄₀) ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นไลโคปีน และแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆ ต่อไป (Gross, 1987)



ภาพที่ 3 กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์

ที่มา : Seymour *et al.* (1993)

ผลของแคโรทีนอยด์ต่อสุขภาพ

อนุมูลอิสระและสิ่งกระตุ้นจากภายนอกที่ทำอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ เช่น การสูบบุหรี่ แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มลภาวะ ความเครียด และการสัมผัสกับสารเคมี อันตรายต่างๆ มีการวิจัยพบว่าปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายอันเนื่องมาจากออกซิเจนและอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการเกิดความแก่ (aging process) และโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง โดยในการพยายามชะลอความแก่และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ซึ่ง แคโรทีนอยด์น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะ เบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถหาซื้อได้สะดวกและราคาไม่แพง มีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิคุ้มกันด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ลูทีน ซีแซนทีน ไลโคพีน และแอสตาแซนทีน เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ หมายถึงสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของออกซิเจน หรือเพอร์ออกไซด์ (peroxide) หรือความหมายในทางชีววิทยาที่คนทั่วไปเข้าใจคือ สารสังเคราะห์หรือสารจากธรรมชาติที่ใส่เติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์แล้วมีความสามารถในการยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาการเสื่อมสลายที่เกิดจากก๊าซออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ความหมายในทางเคมีและในทางการแพทย์จะหมายถึงเอนไซม์หรือสารอินทรีย์ เช่นวิตามินอี (tocopherol) เบต้าแคโรทีน ที่สามารถยับยั้ง ยกเลิก หรือย้อนกลับความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์สัตว์ (Huang *et al.*, 2005)

ในสภาวะปกติร่างกายจะมีกระบวนการควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้มากเกินไป โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระทั้งที่ร่างกายสร้างขึ้นเองเช่น กลุ่มของเอนไซม์ได้แก่ superoxide dismutase, glutathione peroxidase และ catalase เป็นต้น และกลุ่ม metal-binding protein ได้แก่ ferritin, ceruloplasmin, transferrin และ uric acid (Halliwell and Gutteridge, 1989; Ames *et al.*, 1993) หากกระบวนการเหล่านี้ต่ำลงหรือมีภาวะที่ทำให้อนุมูลอิสระสูงขึ้นมากในร่างกาย จะทำให้สมดุลเสียไปเรียกว่าเกิดภาวะความเครียดจากการออกซิเดชัน (oxidative stress) เกิดการทำลายสารชีวโมเลกุล (ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และสารพันธุกรรม) เป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ มนุษย์จึงต้องได้รับสารที่จะช่วยจัดการกับอนุมูลอิสระเพิ่มเติมจากภายนอกร่างกายเช่น อาหารจำพวกผักผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดเช่น สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี

วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น (วาริน, 2546; Halliwell and Gutteridge, 1989; Helmja *et al.*, 2007) โดยสารประกอบฟีนอลจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก พบได้มากตามธรรมชาติและพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้จากพืชเช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร ธัญพืชต่าง ๆ ไวน์ เบียร์ ชา กาแฟ เป็นต้น สารประกอบฟีนอลมีมากกว่า 8,000 ชนิด ซึ่งสารที่อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอล ได้แก่ flavonoids, flavones, gallic acid, ellagic acid, lignin, tannin, anthocyanins, carotenoids และอนุพันธ์ของ cinnamic acid (Cowan, 1999; Helmja *et al.*, 2007) สารในกลุ่มนี้เป็นสารที่ให้สีส้มแก่พืช ผัก ผลไม้เช่น สาร carotenoids ให้สีส้ม เหลืองในแครอท ฟักทอง มะละกอ สาร anthocyanins พบในผลเชอร์รี่ทำให้มีสีแดง ผลองุ่น ดอกอัญชันมีสีม่วง ซึ่งมีประโยชน์ใช้ต่อต้านมะเร็ง หรือพืชเข้ามาผสมเกสร สารต้านอนุมูลอิสระพวกนี้ทำให้พืชมีภูมิคุ้มกันจากการติดเชื้อต่างๆ และสามารถทนต่อปฏิกิริยา photo oxidation ในการสร้างอาหารได้ แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชต่างชนิดกัน หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกัน ซึ่งมาจากสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน แต่พบว่าโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน (วาริน, 2543; ศรีจันทร์, 2546; โอภา และคณะ, 2549) สารประกอบฟีนอลนอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ช่วยขยายหลอดเลือด ลดการอักเสบ กระตุ้นให้สร้างภูมิคุ้มกัน ด้านมะเร็ง ด้านโรคภูมิแพ้ ทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกายฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ด้านไวรัส (โอภา และคณะ, 2549; Shahidi *et al.*, 1992; Kinsella *et al.*, 1993; Chen and Chan, 1996) เมื่อรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากจะทำให้ร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นในกระแสเลือด (Cao *et al.*, 1989) ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ และการตรวจวิเคราะห์ความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระสามารถตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP และ TEAC โดยวิธี FRAP เป็นการวัดความสามารถในการรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe^{3+} -TPTZ (ferric tripyridyl triazine) ส่วนวิธี TEAC เป็นการวัดความสามารถในการขจัดอนุมูล $ABTS^{\bullet+}$ ที่มีสีเขียวปนน้ำเงิน (โอภา และคณะ, 2549) จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าผักใบเขียว ผลไม้และสมุนไพรมีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบและมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ถ้ารับประทานอาหารประเภทผักใบเขียว ผลไม้และสมุนไพรเป็นประจำทำให้ร่างกายสามารถป้องกันโรคที่มีสาเหตุจากการทำลายของอนุมูลอิสระเช่น โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ เบาหวาน โรคมะเร็ง โรคไต รวมทั้งความแก่ชราได้

การเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำ

มะละกอกับเป็นผลไม้ที่มีการสุกภายหลังการเก็บเกี่ยวเร็ว มีอายุการเก็บรักษาสั้นการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำการยืดอายุการใช้งานหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้

หลายวิธี การใช้อุณหภูมิต่ำก็เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันเป็นการค้ามากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ เช่น ลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน การสุก (สายชล, 2549) ผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจะเสื่อมคุณภาพง่ายและมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้น การเก็บรักษาผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งจำเป็น การเก็บรักษาผักและผลไม้สามารถทำได้หลายวิธี แต่การเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และปฏิบัติเป็นการค้าในปัจจุบัน การเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจ การคายน้ำ การเปลี่ยนแปลงภายใน และการเน่าเสีย แต่ไม่สามารถเก็บรักษาผักและผลไม้ทุกชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่ำใกล้จุดเยือกแข็ง (freezing point) ได้ เพราะจะทำให้ผลิตผลเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (chilling injury) (สายชล, 2549) การเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำ มีวัตถุประสงค์ทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจาก 1) การลดอุณหภูมิเป็นการลดอัตราการหายใจของพืชผักและผลไม้ เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ยังมีชีวิตอยู่ และยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา 2) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากเอนไซม์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) 3) ลดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial storage) การลดอุณหภูมิ เป็นการลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิดที่มักพบเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผักและผลไม้ และ 4) ลดอันตรายจากอาหารเป็นพิษ เนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และการสร้างสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น พาทูลิน (patulin) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553) มะละกอมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกับผลไม้ในเขตร้อนชนิดอื่น ๆ ถึงแม้ว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เมืองร้อน แต่ก็ยังทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว การเกิดอาการสีน้ำตาลของผิว การอ่อนนุ่มของเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น และมีรสชาติที่ผิดเพี้ยนไปจากเดิม (Mitra, 1997)