

บทที่ 1

# รงควัตถุ และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร

## สี (colour)

หรือรงควัตถุ เป็นสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งของอาหาร ทั้งอาหารที่ได้จากธรรมชาติและอาหารที่ได้จากการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ และการยอมรับสีอาหารของผู้บริโภคจะแตกต่างกันออกไป

อาหารที่ได้จากธรรมชาติทั้งที่มาจากพืชและสัตว์จะมีชนิดของรงควัตถุหรือสารสีแตกต่างกันจึงมีสมบัติแตกต่างกันอีกด้วย

## รงควัตถุในอาหารจากพืช

รงควัตถุที่มีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติที่ได้จากพืชมีอยู่ **2** กลุ่ม คือ

**1.** กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

**2.** กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ แอนโทไซยานินและฟลาโวนอยด์

## คลอโรฟิลล์

เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบในพืช เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวม่น้ำตาลของฟีโอไฟตินอย่างรวดเร็ว อัตราการเปลี่ยนแปลงสีขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปอาหารด้วย และคลอโรฟิลล์เองจะเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟตินเอ ได้เร็วกว่าคลอโรฟิลล์บี

# การเก็บรักษาสีเขียวของพืชผัก

การใช้ต่าง

การใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้น

การใช้เอนไซม์คลอโรฟิลเลส

การทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะ

## แคโรทีนอยด์

เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่พบในพืช ให้สีส้ม ส้มแดง มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ แคโรทีนอยด์ชนิดที่ถูกสังเคราะห์มากที่สุด คือ ฟิวโคแซนทิน ลูเทออิน ไวโอลาแซนทิน และนีโอแซนทิน

แคโรทีนอยด์ที่พบในพืชใบเขียวคือแคโรทีน และซีแซนทิน สำหรับแคโรทีนอยด์ชนิดอื่นๆเช่น ไลโคพีน แคพแซนทิน ไบซิน

## แอนโทไซยานิน

เป็นรงควัตถุที่พบในพืช อยู่ในรูปของไกลโคไซด์ ให้สี น้ำเงิน และม่วง สีของแอนโทไซยานินถูกควบคุมด้วยปัจจัย **2** อย่าง คือ โครงสร้าง และ **pH** หากในโครงสร้างวงแหวนฟีนอลมีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล หรือหมู่เมทอกซิลเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อมีแอนโทไซยานิน ส่วน **pH** ของสารละลายมีผลต่ออัตราการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ทำให้เปลี่ยนสีได้

แอนโทไซยานินสามารถถูกทำลายได้ง่ายในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น การใช้อุณหภูมิสูง ความเข้มข้นของน้ำตาล กรดอะมิโน กรดแอสคอร์บิก และภาวะที่มีออกซิเจน จะมีผลต่อการเร่งอัตราเร็วของการสลายตัวของแอนโทไซยานินให้เกิดเร็วขึ้น



# ฟลาโวนอยด์

เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่พบในพืช มีสีเหลือง และมีโครงสร้างคล้ายแอนโทไซยานิน และเป็นสารประกอบประเภทไกลโคไซด์เช่นเดียวกัน มีความคงตัวต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าแอนโทไซยานิน แต่สามารถเปลี่ยนสีได้ง่ายเมื่อรวมตัวกับโลหะ นอกจากนี้สารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นสารเริ่มต้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ได้

# แทนนิน

เป็นกลุ่มของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากธรรมชาติ พบอยู่ในเปลือกไม้ของไม้ยืนต้นและพบในส่วนอื่นๆ ของพืชเช่น ใบชา โกโก้ และผลไม้ดิบบางชนิดที่มีรสฝาด พลับ ละครุด กล้วยย อ้อย ท้อ และสาเก แทนนินเป็นสารที่ทำให้เกิดรสฝาด และมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในเอนไซม์

## รงควัตถุในอาหารจากสัตว์

อาหารหลายชนิดที่ได้มาจากเนื้อสัตว์ จะมีสารสีหรือรงควัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นส่วนประกอบรวมอยู่ เช่น เนื้อสัตว์ ไข่แดง และน้ำมัน รงควัตถุที่พบในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ คือ ฮีม ส่วนรงควัตถุในไข่แดงและน้ำมันจะเป็ฯพวกแคโรทีนอยด์

## ฮีม

เป็นรงควัตถุที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเตตระไพโรล (Tetrapyrrole) ได้มาจากหน่วยย่อยของไพโรล 4 หน่วย มาเชื่อมต่อกันด้วย Methyne bridge ได้เป็นวงแหวนพอร์ไฟริน และในโครงสร้างโมเลกุลของฮีมในโตรเจนอะตอมจะมีพันธะเชื่อมต่อกับเหล็กที่อยู่ตรงกลาง สีของฮีมขึ้นอยู่กับสถานะของเหล็กในโมเลกุล

ในร่างกายของสัตว์มีรงควัตถุอยู่ 2 ชนิด คือ ไมโอโกลบินและ ฮีโมโกลบิน

# การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในอาหาร

การเกิดสีน้ำตาลในอาหารเนื่องมาจากปฏิกิริยาของเอนไซม์  
(Enzymatic browning) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase) เอนไซม์ชนิดนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ เกิดสีน้ำตาล

การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลทำได้หลายวิธี ที่นิยมใช้กันมากคือ การใช้วิตามินซี หรือการใช้สารประกอบซัลไฟต์ หรือใช้ความเย็นเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยา และอาจใช้บรรจุภัณฑ์ห่อหุ้ม

นอกจากนี้การเกิดสีน้ำตาลยังอาจเกิดได้ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ได้แก่ เนื้อสัตว์แปรรูป เบเกอรี่ ฯลฯ ทำให้คุณลักษณะเฉพาะตัวที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้แก่ สีน้ำตาล กลิ่นของขนมอบ หรือกลิ่นหอมของเนื้ออย่าง โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาที่ไม่เกิดจากเอนไซม์ เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (**Maillard reaction**) เกิดจากการรวมตัวของกรดอะมิโนและน้ำตาล เกิดเป็นสารประกอบฟูแรนที่มีสีน้ำตาลขึ้น หรือปฏิกิริยาคาราเมลไรซ์เซชัน (**Caramelization**) เกิดจากการให้ความร้อนน้ำตาลในระดับสูงจนเกิดสารประกอบสีน้ำตาล และกลิ่นรสคาราเมล