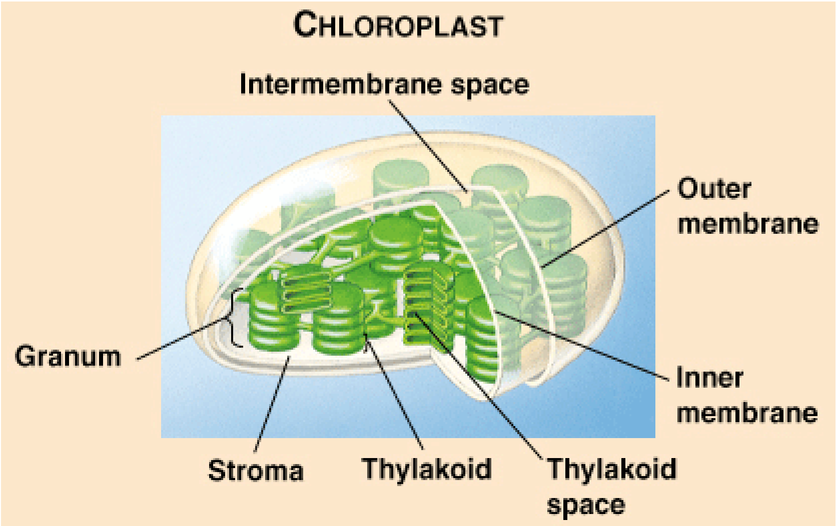
ใบความรู้ เรื่อง สารสีในปฏิกิริยาแสง

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นการสร้างอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตของพืชสีเขียวเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของพืชอีกทั้งยังเป็นการผลิตอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่นๆบนโลกในพืชสีเขียวนั้นมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการสร้างอาหาร นอกจากนั้นพืชยังจำเป็นต้องใช้น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสารอนินทรีย์โมเลกุลเล็กมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอีกด้วย

โครงสร้างของคลอโรพลาสต์



ภาพ : โครงสร้างของคลอโรพลาสต์

ที่มา : http://www.myfirstbrain.com/thaidata/image.asp?ID=471357

คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนล ที่พบได้ทั่วไปในเซลล์พืชและมีความสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะสร้างคาร์โบไฮเดรตที่มีพลังงานเคมีอยู่ภายใน พลังงานเคมีนี้สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของชีวิตได้ คลอโรพลาสต์กระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึมของเซลล์พืช แต่มักอยู่รวมกันแน่นมาก รอบ ๆนิวเคลียส หรืออยู่ใต้เยื่อหุ้มเซลล์ การเรียงตัวของคลอโรพลาสต์อาจแตกต่างไปตามปริมาณแสง คลอโรพลาสต์มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด พืชชั้นสูงอาจมีคลอโรพลาสต์รูปทรงกลม รูปไข่ รูปถ้วย หรือเป็นเส้นสาย

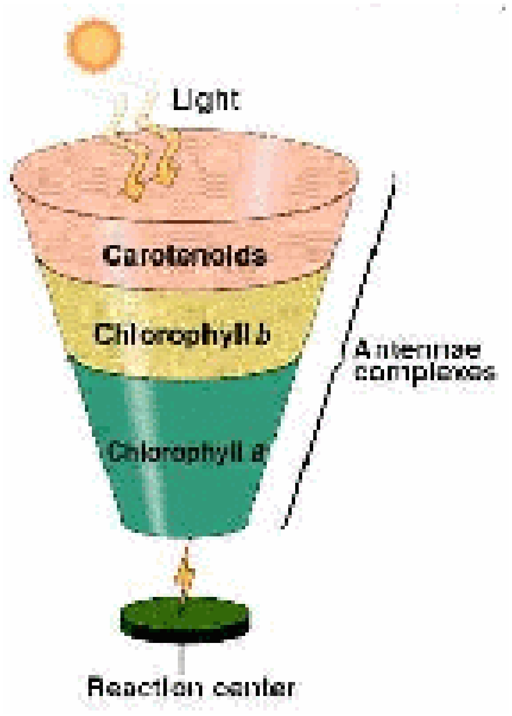
ขนาดของคลอโรพลาสต์แตกต่างตามชนิดของเซลล์ โดยทั่วไปมักมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 ไมโครเมตร หนาราว 2-3 ไมโครเมตร หรือยาวประมาณ 5 ไมโครเมตร จำนวนคลอโรพลาสต์แตกต่างตามชนิดของพืช และต่างกันไปในแต่ละเซลล์ขึ้นกับการทำงานของเซลล์นั้น ๆ สาหร่ายมักมีคลอโรพลาสต์ขนาดใหญ่ 1 อัน แต่เซลล์พืชชั้นสูงอาจมี 20-40 คลอโรพลาสต์ ต่อเซลล์

โครงสร้างของคลอโรพลาสต์

คลอโรพลาสต์ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ซึ่งเป็นยูนิตเมมเบรน (Unit membrane) ที่ประกอบด้วยฟอสโฟลิพิด และโปรตีน คือ เยื่อชั้นนอก (Outer membrane) และเยื่อชั้นใน (Innermembrane) คล้ายของไมโทรคอนเดรีย เยื่อชั้นนอก มีลักษณะเรียบเป็นตัวควบคุมการผ่านของสารในไซโทพลาซึมกับในคลอโรพลาสต์ เยื่อชั้นในขนานกับเยื่อชั้นนอกและมีส่วนที่ยื่นเว้าเข้าข้างในกลายเป็นลาเมลลา(Lamella) ลาเมลลาเป็นเยื่อบาง ๆ เรียงซ้อนกัน และขนานกันเป็นแผ่น ซึ่งลอยอยู่ในของเหลวที่เรียกว่า สโตรมา (Stroma) หรือ เมทริกซ์ (Matrix) ซ้อนกันเป็นตั้งเรียกทั้งตั้งว่า กรานุม (Granum) หลาย ๆกรานุม เรียกว่า กรานา (Grana) และเรียก ลาเมลลา แต่ละแผ่นในกรานุมว่า ไทลาคอยด์ (Thylakoid)

ในแต่ละกรานุมจะมีแผ่นไทลาคอยด์ตั้งแต่ 10-100 แผ่น ซึ่งจำนวนจะแตกต่างกันตามชนิดของสิ่งมีชีวิต เช่น สาหร่ายสีแดง มีไทลาคอยด์แผ่นเดียว สาหร่ายสีเขียวแกมเหลืองหรือสีน้ำตาลแกมเหลือง(คริสโซไฟตา , Chrysophyta, พวกไดอะตอม , Diatom) มีไทลาคอยด์เป็นคู่ จำนวนกรานามีตั้งแต่ 40-60 อันใน 1 คลอโรพลาสต์ กรานามีส่วนของเมมเบรนยื่นออกไปเชื่อมกับกรานาอื่น ส่วนนี้เรียกว่า สโตรมาลาเมลลา (Stroma lamella) หรือ อินเตอร์กรานุมลาเมลลา (Intergranum lamella) หรือ เฟร็ท (Fret) ส่วนของลาเมลลาประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ซึ่งมีคลอโรฟิลล์และรงควัตถุอื่น ๆ เช่น แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ติดอยู่บนแผ่นไทลาคอยด์และมีแกรนูลอยู่เป็ นจำนวนมาก ซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน สำหรับแกรนูล ที่มีขนาดใหญ่ภายในมีกลุ่มของรงควัตถุระบบแสง I และรงควัตถุระบบแสง II แกรนูลเหล่านี้จึงทำหน้าที่ รับพลังงานแสงทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น สำหรับแกรนูลขนาดเล็ก เป็นที่อยู่ของเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ใช้แสงนั่นคือ เยื่อหุ้มลาเมลลา หรือเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ เป็นที่อยู่ของระบบแสงที่ใช้ในการดูดพลังงานแสง

รงควัตถุ(Pigment) แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ



1) รงควัตถุระบบที่ 1 (Pigment system I) ทำหน้าที่รับพลังงานแสง ซึ่งประกอบด้วยสารชนิดสำคัญ คือ คลอโรฟิลล์ เอ ชนิดรับแสงที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตรได้ดี พบในพืช และสาหร่ายทุกกลุ่ม รงควัตถุระบบที่ 1 และตัวรับถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่าง ๆ จะประกอบกันเป็นระบบแสงที่ 1 (Photosystem I)

2) รงควัตถุระบบที่ 2 (Pigment system II) ทำหน้าที่รับพลังงานแสง ซึ่งประกอบด้วยสารสี ดังนี้

- คลอโรฟิลล์ บี พบเฉพาะในพืช และสาหร่ายสีเขียว

- คลอโรฟิลล์ ซี พบเฉพาะในสาหร่ายสีน้ำตาล และสีน้ำตาลแกมเหลือง

- คลอโรฟิลล์ ดี พบเฉพาะในสาหร่ายสีแดง

- แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) พบในพืช และสาหร่ายทุกกลุ่ม แคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบประเภทไขมัน ซึ่งประกอบไปด้วยสาร 2 ชนิด คือ แคโรทีน   เป็นสารสีแดงหรือสีส้ม และแซนโทฟิลล์ เป็นสารสีเหลืองหรือสีน้ำตาล แคโรทีนอยด์มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ในพืชชั้นสูงพบว่าสารสีเหล่านี้อยู่ในคลอโรพลาสต์

- ไฟโคบิลิน (Phycobilin)พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสีแดง ซึ่งไฟโคบิลินประกอบด้วย**ไฟโคอีรีทริน** ซึ่งดูดแสงสีเหลืองและเขียว และไฟโคไซยานินที่ดูดแสงสีเหลืองและสีส้ม

สารสีระบบที่ 2 และตัวรับถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่าง ๆ จะประกอบกันเป็นระบบแสงที่ 2 (Photosystem II)

ชนิดของสารสีที่พบในสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ประเภทและชนิดของสิ่งมีชีวิต	คลอโรฟิลล์				แคโรทีนอยด์	ไฟโคบิลิน	แบคเทอริโอคลอโรฟิลล์			
	เอ	บี	ซี	ดี			เอ	บี	ซี	ดี
ยูคาริโอต										
มอส	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
เฟิน	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
พืชดอก	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
สาหร่ายสีเขียว	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
สาหร่ายสีน้ำตาล	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
สาหร่ายสีแดง	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
โพรคาริโอต										
ไซยาโนแบคทีเรีย	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
กรีนแบคทีเรีย	-	-	-	-	+	-	+	-	+/-	-/+

สารเหล่านี้ทำหน้าที่รับพลังงานแสงแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลลล์ เอ ที่เป็น**ศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง** อีกต่อหนึ่ง กลุ่มสารสีที่ทำหน้าที่รับพลังงานแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยาเรียกว่า **แอนเทนนา**

อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปรอบๆ นิวเคลียสของอะตอมของรงควัตถุมีอยู่หลายระดับ อิเล็กตรอนเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงระดับได้ ถ้าได้รับพลังงานที่เหมาะสม เมื่อโมเลกุลของสารสีดูดพลังงานจากแสง ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ในสภาพปกติ ถูกกระตุ้นให้มีพลังงานมากขึ้น อิเล็กตรอนจะเคลื่อนไปอยู่ที่ระดับนอก อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจะอยู่ในสภาพเร่งเร้า สภาพเช่นนี้ไม่คงตัว อิเล็กตรอนจะถ่ายทอดพลังงานเร่งเร้าจากโมเลกุลสารสีหนึ่งไปยังโมเลกุลของสารสีอื่นๆต่อไป

อิเล็กตรอนเมื่อถ่ายทอดพลังงานไปแล้วก็จะคืนสู่ระดับปกติ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอ ก็จะได้รับพลังงานโมเลกุลที่ถ่ายทอดมาจากรงควัตถุชนิดอื่น รวมทั้งโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เอ ก็ได้รับพลังงานแสงเองอีกด้วย เมื่อคลอโรฟิลล์ เอ ที่เป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยาได้รับพลังงานที่เหมาะสม จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจาก

โมเลกุล อิเล็กตรอนที่หลุดออกมานี้จะมีสารรับอิเล็กตรอน ที่ค้นพบว่า NADP เป็นสารที่มารับอิเล็กตรอนในภาวะที่มีคลอโรพลาสต์ และกลายเป็น NADPH

ที่เยื่อไทลาคอยด์จะมีกลุ่มของรงควัตถุ เรียกว่า แอนเทนนา แต่ละหน่วยประกอบด้วยสารสีต่างๆ ประมาณ 300 โมเลกุล สารสีอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบของแอนเทนนาจะได้รับพลังงานแสงแล้วถ่ายทอดไปตาลำดับคลอโรฟิลล์ เอ ที่เป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยา

ระบบแสง ประกอบด้วยโปรตีนตัวรับอิเล็กตรอน ตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอน และแอนเทนนา ระบบแสง I หรือPSI เป็นระบบแสงที่มีคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นศูนย์กลางปฏิกิริยารับ พลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร จึงเรียกว่า P700 และระบบแสง II หรือ PS II ซึ่งมีคลอโรฟิลล์ เอ ที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยารับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร เรียกปฏิกิริยาแสงนี้ว่า P680