

บทปฏิบัติการที่ 10

เรื่อง คลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารของพืช

บทนำ

สิ่งมีชีวิตบนโลกต้องอาศัยพลังงานที่มีกำเนิดจากดวงอาทิตย์มากที่สุด การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการเดียวที่สามารถเก็บเกี่ยวพลังงานแสงมาใช้สังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ ซึ่งพลังงานที่สะสมอยู่ในโมเลกุลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เติมพลังให้แก่กระบวนการต่างๆ ในเซลล์พืชภายหลัง และใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทุกชนิด ชีวิตทั้งหมดบนโลกจึงผูกติดอยู่กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างแยกกันไม่ได้

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ศึกษา

สามารถอธิบายบทบาทของคลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารในพืช

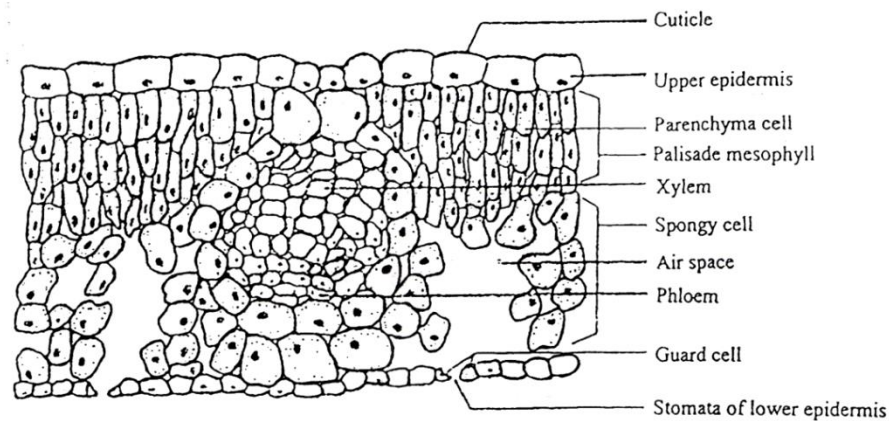
เนื้อหา

ใบเป็นส่วนที่มีคลอโรฟิลล์มากที่สุด เมื่อตัดใบพืชตามขวาง ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นส่วนต่างๆ ของใบ (ภาพรูปที่ 10.1) ดังนี้คือ

- ส่วนของอีพิเดอร์มิส เป็นส่วนผิวใบและเป็นส่วนที่มีปากใบ
- ส่วนของมีโซฟิลล์ เป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นอีพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่าง

ประกอบด้วยพาลิเซพาเรนไคมาเซลล์ (palisade parenchyma) เป็นเซลล์รูปร่างยาวเรียงกันแน่น เป็นส่วนที่มีคลอโรพลาสต์มากที่สุด ในส่วนนี้มีเซลล์อีกกลุ่มหนึ่งคือ spongy parenchyma มีรูปร่างลักษณะค่อนข้างกลมหรือรูปร่างไม่แน่นอน อยู่กันแบบหลวมๆ มีหน้าที่ในการเก็บแบ่งซึ่งเปลี่ยนจากน้ำตาลที่สร้างขึ้นจาก palisade cell โดยจะเก็บไว้ชั่วคราวจนกว่าจะนำไปใช้ และระหว่าง spongy cell จะมีที่ว่างอยู่ระหว่างช่องอากาศ (air space) เป็นที่มิน้ำและอากาศ

- เส้นใย (vein) เป็นส่วนของไซเลมและโฟลเอ็ม มีความสำคัญมากต่อการลำเลียงน้ำและอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช



ภาพที่ 10.1 ภาพตัดตามขวางของใบ (Villev et al., 1985)

เซลล์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง ต้องเป็นเซลล์ที่มีสารสีสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic pigment) ซึ่งส่วนมาก คือ พวกลอโรฟิลล์ และมีสารสีอื่นๆ ที่เรียกว่าสารสี-ประกอบ (accessory pigment) อยู่ด้วย ได้แก่ แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน ลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่รับภาระหน้าที่ส่วนใหญ่ในการเก็บเกี่ยวพลังงานแสงที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยทั่วไปรงควัตถุเหล่านี้สามารถรับพลังงานแสงและสามารถส่งพลังงานไปใช้ในกระบวนการทางเคมีต่อไป ซึ่งรงควัตถุเหล่านี้จะอยู่รวมกันภายในคลอโรพลาสต์

รงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุที่พบมากในพืชและนับว่ามีบทบาทต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด ลอโรฟิลล์มี 4 ชนิด คือ ลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และ ดี แต่ในพืชชั้นสูงและในสาหร่ายสีเขียวมีลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือ ลอโรฟิลล์เอ และลอโรฟิลล์บี หรือกล่าวได้ว่าพืชทุกชนิดที่สังเคราะห์-ด้วยแสงได้ (ยกเว้นแบคทีเรียบางชนิด) จะมีลอโรฟิลล์ เอ ด้วยกันทั้งนั้น ลอโรฟิลล์เอและลอโรฟิลล์บีสามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เช่น ethyl alcohol, ethyl ether, acetone และ chloroform เป็นต้น แต่ไม่สามารถละลายน้ำ

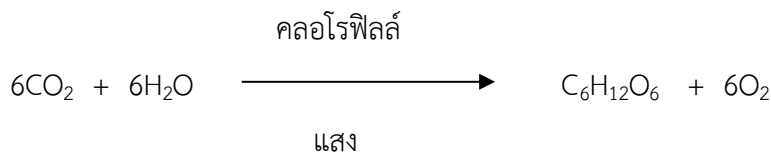
2. แคโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบจำพวกไขมัน ไม่ละลายน้ำแต่ละลายใน fat solvent พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ในพืช สาหร่าย และแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้ โดยทั่วไปแคโรทีนอยด์จะอยู่ร่วมกับลอโรฟิลล์ภายในคลอโรพลาสต์ แต่ในบางเซลล์ของพืชอาจพบอยู่ในพลาสติด (plastid) อื่นๆ เช่น โครโมพลาสต์ (chromoplast) ที่พบในหัวแครอท ผลมะเขือเทศ และในผลไม้ที่มีสีเหลือง

แคโรทีนอยด์ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แคโรทีน (carotene) ซึ่งมีสีแดง สีส้ม แต่ละลายใน และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาล หน้าที่ของแคโรทีนอยด์ คือ ช่วยดูดกลืนพลังงานแสงและส่งพลังงานไปให้กับลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์จะดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร ได้ดีที่สุด นอกจากนี้แคโรทีนอยดยังทำหน้าที่ช่วยป้องกันมิให้ลอโรฟิลล์ถูกทำลายในสภาพที่มีแสงนานเกินไป หรือที่เรียกว่า โฟโตออกซิเดชัน

3. ไฟโคบิลิน เป็นรงควัตถุที่ไม่พบในพืชชั้นสูง พบในสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) และสาหร่ายสีแดง สีน้ำเงินและแดง ละลายน้ำได้ ประกอบด้วยรงควัตถุ 2 ชนิด คือ ไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) เป็นรงควัตถุสีแดง และไฟโคไซยานิน (phycocyanin) เป็นรงควัตถุสีน้ำเงิน

ไฟโคบิลินเป็นรงควัตถุประกอบ ทำหน้าที่เช่นเดียวกับแคโรทีนอยด์ในการรับและรวบรวมพลังงานแสงส่งไปยังคลอโรฟิลล์เอ

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตของพืชสีเขียว โดยมีน้ำ และ CO_2 เป็นวัตถุดิบ มีคลอโรฟิลล์เป็นตัวเร่ง (catalyst) ดังสมการ



จะเห็นว่าน้ำตาลที่เกิดขึ้นโดยการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นอยู่เพียงระยะสั้นๆ พืชจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้งเนื่องจากถ้ามีน้ำตาลสะสมอยู่นานๆ ทำให้ความเข้มข้นของโปรโตพลาซึมเปลี่ยน มีผลต่อการออสโมซิสด้วย ดังนั้นเวลาทดสอบเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงเรามักทดสอบแป้งและ O_2 ที่เกิดขึ้นโดยไม่ทดสอบน้ำตาล

กิจกรรมนักศึกษา

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบ่งกลุ่มประมาณ 5-6 คน
3. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง คลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารของพืช
4. สรุปรายงานการทดลองและนำเสนอ
5. ทำแบบฝึกหัด
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. ใบชาต่าง
2. ปีกเกอร์ขนาด 250 มล. 1 อัน
3. หลอดทดลองขนาดใหญ่และเล็กอย่างละ 1 หลอด
4. สารละลายไอโอดีน
5. ปากคีบขนาดใหญ่
6. เตาไฟฟ้า (hot plate)
7. จานแบน

8. หลอดหยด
9. 95% แอลกอฮอล์
10. น้ำแป้ง
11. น้ำ

วิธีการทดลอง

1. ตัดใบชาต่างที่ถูกแสงมาแล้วประมาณ 3 ชั่วโมง
2. วาดรูปใบชาต่าง เพื่อแสดงส่วนที่เป็นสีขาและสีเขียว
3. สกัดคลอโรฟิลล์ของใบชาต่าง โดยต้มน้ำในปิกเกอร์จนเดือด แล้วใส่ใบชาต่างลงไป ต้มนาน 1 นาที แล้วคีบใบชาต่างใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เติมแอลกอฮอล์ลงไปพอท่วมใบ แช่หลอดทดลองในปิกเกอร์ที่ยังต้มอยู่ ต้มต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที จนกระทั่งใบมีสีซีด คีบใบชาต่างจากหลอดทดลองจุ่มลงในน้ำเย็น
4. นำใบชาต่างขึ้นจากน้ำ วางในจาน หยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบชาต่างให้ทั่ว ทิ้งไว้ครู่หนึ่งที่จิงล้างน้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล
5. ทดสอบปฏิกิริยาระหว่างน้ำแป้งกับสารละลายไอโอดีน โดยหยดน้ำแป้งลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2-3 หยด แล้วหยดสารละลายไอโอดีนผสมลงไป 2-3 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผลในตารางและวาดรูปจากที่สังเกตได้

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
2. การนำเสนอรายงานการทดลองและการทำแบบฝึกหัด
3. การตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ
4. การรักษาความสะอาดของห้องปฏิบัติการและการดูแลรักษาอุปกรณ์
5. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง คลอโรฟิลล์กับการสร้างอาหารของพืช

หมู่เรียน.....กลุ่มพื้นฐาน.....โปรแกรมวิชา.....กลุ่มปฏิบัติการที่.....

ชื่อผู้รายงาน 1.....รหัส.....
 2.....รหัส.....
 3.....รหัส.....
 4.....รหัส.....
 5.....รหัส.....
 6.....รหัส.....

วันที่ทำการทดลอง.....

จากการทดลองให้นักศึกษาค้นคว้าผลการทดลองดังต่อไปนี้

จับบันทึกผลการทดลองลงในตารางต่อไปนี้

สิ่งที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบ
ส่วนสีเขียวของใบชบาต่าง	
ส่วนสีขาวของใบชบาต่าง	
น้ำแป้ง	

จงวาดภาพแสดงลักษณะของใบชบาต่าง (ระบุส่วนสีขาวและสีเขียวของใบ)

ก่อนการทดลอง

หลังการทดลอง

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เหตุใดจึงต้องต้มใบไม้ในน้ำก่อน

.....

.....

.....

.....

2. ส่วนใดของใบขนาด่างที่ทดสอบแล้วพบแป้ง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. เพราะเหตุใดจึงเลือกเอาใบขนาด่างที่ได้รับแสง นำมาทดสอบ

.....

.....

.....

.....