ใบความรู้

เรื่อง ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง Light reaction

วิชาชีววิทยา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (Light reaction)

เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนกรานุมและสโตรมาลาเมลลาของคลอโรพลาสต์ในขณะที่ได้รับแสง โดยรงควัตถุจะดูดพลังงานแสงเอาไว้ แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปพลังงานเคมี

คลอโรพลาสต์ต์ เป็นอวัยวะเซลล์ที่มีรงควัตถุที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย

1. ไทลาคอยด์ (thylakoid) มีลักษณะเหมือนถุงแบน
2. สโตรมา (stroma) เป็นของเหลวที่อยู่รอบๆไทลาคอยด์
3. กรานุม(granum) คือ ไทลาคอยด์ที่เรียงกันเป็นตั้งๆ
4. สโตรมาไทลาคอยด์ (stroma thylakoid) คือ เยื่อไทลาคอยด์ที่เชื่อมระหว่างกรานุม

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงจะเกิดขึ้นได้ต้องมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **รงควัตถุ (pigment)** แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ
   1.1 รงควัตถุระบบแสง (Pigment Photosystem1) ทำหน้าที่รับพลังงานแสงซึ่งประกอบด้วย รงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ ชนิดรับพลังงานแสงที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร ได้ดี
   1.2 รงควัตถุระบบแสง 2 (Pigment Photosystem2) ทำหน้าที่รับพลังงานแสงซึ่ง ประกอบด้วย รงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ ชนิดรับพลังงานแสงที่มีความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร คลอโรฟิลล์ บี , คลอโรฟิลล์ ซี , คลอโรฟิลล์ ดี ,แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน
2. **พลังงานแสง** รงควัตถุทั้ง 2 ระบบจะทำหน้าที่รับพลังงานแสง โดยพลังงานแสงจะทำหน้าที่
   2.1 กระตุ้นให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้น
   2.2 แยกสลายน้ำในปฏิกิริยาที่เรียกว่า โฟโตลิซิล (Photolysis) ทำให้เกิดโปรตอน อิเล็กตรอน และออกซิเจนดังสมการ

แสงสว่าง

$$H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e^- + 1O_2$$

3. **น้ำ (H_2O)** จะถูกพืชนำไปสลายให้เป็นโปรตอน และอิเล็กตรอน เพื่อนำไปสร้างน้ำตาลในปฏิกิริยาไม่ใช้แสง และจะมีผลทำให้เกิดออกซิเจนอิสระ ปล่อยออกทางปากใบของพืช
4. **ADP และPi** ทำหน้าที่รับพลังงานที่ถ่ายทอด ออกมาจากอิเล็กตรอน เกิดเป็น ATP ดังสมการ

$$ADP + Pi + \text{พลังงาน} \rightarrow ATP$$

5. **$NADP^+$** เป็นสารทำหน้าที่รับโปรตอนและอิเล็กตรอนจากน้ำกลายเป็นสารอิทรีย์พลังงานสูง คือ $NADPH+H^+$

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ต้องใช้แสง

เมื่อคลอโรฟิลล์ เอ P 700 ในรงควัตถุระบบแสง 1 ได้รับพลังงานในช่วงความยาวคลื่นพอเหมาะ จะถ่ายทอดพลังงานให้อิเล็กตรอนในคลอโรฟิลล์ เอ P 700 มีพลังงานสูงขึ้นจนหลุดออกไป ซึ่งจะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้น 2 ลักษณะคือ

1. **การถ่ายทอดอิเล็กตรอนอย่างเป็นวัฏจักร (cyclic eletron transport)** การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับระบบแสง 1 เท่านั้น ซึ่งเกิดขึ้นโดย P 700 ถูกกระต้นด้วยพลังงานแสง ทำให้มีระดับพลังงานสูงขึ้น อิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงจะหลุดออกมา แล้วจะมีตัวรับ แล้วถ่ายทอดไปเป็นทอดๆแล้วจะกลับมาสู่ P 700 อีกครบวงจร ในระหว่างที่ถ่ายทอดอิเล็กตรอนพลังงานจากอิเล็กตรอนจะถูกปลดปล่อยออกมาซึ่งเซลล์จะนำไปสร้างสารประกอบ ATP จากสารประกอบ ADP กับ Pi โดยการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบนี้จะได้พลังงาน 2 ATP/อิเล็กตรอน 1 คู่

2. **การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (Nocyclic eletron transfer)** เมื่อพืชได้รับพลังงานแสง ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นไปพร้อมๆกันทั้งระบบ แสง 1 และระบบแสง 2 ซึ่งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะเริ่มจาก P 700 ในระบบแสง 1 ได้รับพลังงาน ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงแล้วหลุดออกไป จะมีตัวมารับอิเล็กตรอนแล้วถ่ายทอดออกไปเป็นทอดๆ แต่แทนที่อิเล็กตรอนจะกลับคืนสู่ระบบแสง 1 กลับถูกส่งไปที่ $NADP^+$ ดังนั้น P 700 จึงขาดอิเล็กตรอนไป ต้องรับอิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์จากระบบแสง 2 ก็จะได้รับอิเล็กตรอนจากการสลายตัวของน้ำมาแทนอิเล้กตรอนที่มีการสูญเสียให้ระบบแสง 1 ในการสลายตัวของน้ำ นอกจากจะได้รับอิเล็กตรอนแล้วยังได้รับโปรตอน และออกซิเจน ดังสมการ

ระบบแสง 2
↑ ส่ง

$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e^- + 1O_2$$

สรุปการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

$$\text{น้ำ} \xrightarrow{2e^-} \text{รงควัตถุระบบแสง 2} \xrightarrow{2e^-} \text{รงควัตถุระบบแสง 1} \rightarrow NADP^+$$

ใบความรู้

เรื่อง ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (Dark reaction)

วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง Dark reaction

ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงจะเกิดขึ้นได้ต้องมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1. **CO_2** ใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำตาล
2. **น้ำตาลไรบูโลสบิสฟอสเฟต (RiBP=Ribulose Bisphosphate)** เป็นสารที่ทำหน้าที่รับ CO_2 กลายเป็นกรดคีโต (Keto acidจ ซึ่งกรดนี้ไม่อยู่ตัวจะสลายไปเป็นกรด ฟอสโฟกลีเซอริก (Phoshoglyceric acid = PGA)
3. **$NADPH+H^+$** จากปฏิกิริยาที่ใช้แสง ถูกนำมาใช้รีดิวซ์ PGA เป็นฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ (Phoshoglyceraldehyde = PGAL)
4. **ATP** จากปฏิกิริยาที่ใช้แสง ถูกนำมาเป็นสารให้พลังงานในการสร้างน้ำตาล PGAL และ RuBP ดังวัฏจักเคลวิน (Calvin Cycle)

ปฏิกิริยาไม่ใช้แสงแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

ปฏิกิริยาขั้นที่ 1 $RuBP + CO_2 \rightarrow 12PGA$

ปฏิกิริยาขั้นที่ 2 $12PGA + NADPH+H^+ + 12\ ATP \rightarrow 12PGAL+12NADP^+ +12ADP+12Pi$

ปฏิกิริยาขั้นที่ 3 $10PGAL + 6\ ATP \rightarrow 6RuBP + 12ADP+4Pi$

PGAL ที่เหลืออีก 2 โมเลกุล จะถูกนำไปสร้างน้ำตาลกลูโคส แป้ง ไขมัน โปรตีน หรือสารอื่นๆหรือเก็บสะสมไว้ก็ได้

ใบความรู้

เรื่อง การตรึง Co_2ของพืช C_3H_4

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การตรึง Co_2 ของพืช C_3C_4

พืชกลุ่ม C_3 ได้แก่ ข้าวจ้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ถั่ว และพืชทั่วๆไปเกือบทุกชนิดจะมีการตรึง Co_2 เพียงครั้งเดียวเกิดขึ้นในเซลล์ที่มีโซฟิลล์ โดยรวมกับ RuBP ในวัฏจักเคลวิน เกิดเป็น PGA(3C) เพราะใบของพืชกลุ่ม C_3 นั้นไม่มีคลอโรพลาสต์ต์ อยู่ในเซลล์บันเดิลซีท

พืชกลุ่ม C_4 ได้แก่ข้าวโพด อ้อย และพืชตระกูลหญ้าในเขตร้อน เป็นพืชที่มีเซลล์ห่อหุ้มท่อลำเลียงที่มีชื่อเรียกว่า บันเดิลซีทเซลล์ (bundle sheth cell) พืชกลุ่มนี้จึงมีการตรึง Co_2 2 ครั้ง คือ

การตรึง Co_2 ครั้งที่ 1 มีการตรึง Co_2 ที่เซลล์ชั้นมีโซฟิลล์โดยสารที่ C 3 อะตอม มารับ Co_2 แล้วเป็นสารที่มี C 4 อะตอม เคลื่อนเข้าสู่บันเดิลซีทเซลล์ แล้วปล่อย Co_2 ให้แก่ RUBP ในวัฏจักรเคลวิน

การตรึง Co_2 ครั้งที่ 2 เกิดในบันเดิลซีทเซลล์

ใบความรู้

เรื่อง โครงสร้างของใบ

วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดยทั่วไปการสร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จะเกิดขึ้นได้ทุกส่วนที่มีสีเขียวแต่แหล่งที่มีหน้าที่โดยตรงในการสร้างสารอาหาร คือ ใบ

ใบของพืชจึงมีการปรับในด้านโครงสร้าง เพื่อให้มีประมิทธิภาพในการสร้างสารอาหารมากที่สุด เช่น ลักษณะแบน แผ่กว้าง มีพื้นที่ผิวมาก มีการจัดเรียงตัวของใบเหมาะสม ไม่ซ้อนกัน เพื่อให้สามารถรับแสงสว่างได้มากที่สุด ใบพืชบางชนิดอาจมีการลดรูปลงไปเป็นหนาม เพื่อลดการคายน้ำ การสร้างอาหารจึงเกิดขึ้นที่ลำต้นแทน เช่น ตะบองเพชร

โครงสร้างภายในใบ

โครงสร้างภายในของใบพืชใบเลี้ยงคู่ ประกอบด้วย

1. **เซลล์ชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis)** เป็นเซลล์ชั้นนอกสุดที่มีอยู่ทั้งด้านล่างและด้านบนของใบ มักมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในเซลล์ไม่มีเม็ดคลอโรพลาสต์และจะพบเซลล์คุม (guard cell) อยู่เป็นคู่ๆ ภายในเซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์ต์อยู่ด้วย ระหว่างเซลล์คุมทั้ง 2 เป็นปากใบ (stoma) ซึ่งเป็นทางที่ก๊าซและไอน้ำผ่านเข้าออก

2. **เซลล์ชั้นมีโซฟีลล์ (mesophyll)** อยู่ระหว่างเซลล์ชั้นเอพิเอดร์มิส ด้านบนและด้านล่าง ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างต่างกัน 2 แบบคือ

2.1 พาลิเสดเซลล์ (palisade cell) เป็นเซลล์รูปร่างยาวๆเรียงติดกันมีคลอโรพลาสต์อยู่เป็นจำนวนมาก เซลล์นี้อยู่ติดกับเซลล์เอพิเอดร์มิสด้านบน

2.2 สปันจีเซลล์ (spongy cell) เป็นเซลล์รูปร่างค่อนข้างกลม ภายในมีเม็ดคลอโร-
-พลาสต์ อยู่ เพียงจำนวนน้อย เซลล์เหล่านี้อยู่ห่างกัน ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้น จึงเป็นทางผ่านเข้าออกของก๊าซ และไอน้ำ เซลล์นี้อยู่ติดกับเอพิเดอร์มิสด้านล่าง

โครงสร้างภายในเซลล์ใบเลี้ยงเดี่ยว

เซลล์ในชั้นมีโซฟิลล์มักจะไม่แบ่งออกเป็นชั้นพาลิเสดเซลล์และสปันจีเซลล์ เซลล์ในชั้นมีโซฟีลล์จะมีรูปร่างค่อนข้างเป็นแบบเดียวกันหมด

ใบความรู้ เรื่อง รงควัตถุ(สารสี)ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายวิชา ชีววิทยา รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

คลอโรพลาสต์ต์ ประกอบด้วรงควัตถุที่สามารถรับพลังงานแสง นำไปเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี ในขณะที่มีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น รงควัตถุที่พบในคลอโรพลาสต์ คือ

1. **คลอโรฟิลล์ Chlorophyll)** เป็นรงควัตถุที่พบมากที่สุดในพืชสีเขียว และมีบทบาต่อการสังเคราะห์แสงมากที่สุด คลอโรฟิลล์มี 4 ชนิด คือ

1.1 **คลอโรฟิลล์ เอ** มีสีเขียวแกมน้ำเงิน ดูดแสงสีม่วงได้มากที่สุด รองลงมาคือแสงสีแดง และดูดแสงสีเขียวได้น้อยที่สุด พบมากที่สุดในพืชสีเขียวและสาหร่ายทุกชนิด คลอโรฟิลล์ เอ ไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายในตัวทำละลายหลายชนิด เช่น เอทิลอัลกอฮอล์ อะซิโตน และ คลอโรฟอร์ม มีความสำคัญที่สุดต่อ การสังเคราะห์ด้วยแสง และสมารถรับพลังงานแสงไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงได้โดยตรง ในขณะที่คลอโรฟิลล์ชนิดอื่น แม้จะรับพลังงานแสงได้ก็ไม่สามารถนำไปใช้ ต้องถ่ายทอดพลังงานแสงมาให้คลอโรฟิลล์ เอ อีกต่อหนึ่ง

1.2 **คลอโรฟิลล์ บี** สีเขียวแกมเหลือง ดูดแสงสีน้ำเงินได้มากที่สุด รองลงมาคือ แสงสีแดง และดูดแสงสีเขียวได้น้อยที่สุด พบในพืชชั้นสูงทุกชนิดและสาหร่ายสีเขียว มีสมบัติคล้ายคลอโรฟิลล์ เอ

1.3 **คลอโรฟิลล์ ซี** พบในสาหร่ายสีน้ำตาล เช่น ไดอะตอม

1.4 คลอโรฟิลล์ ดี พบในสาหร่ายสีแดง

2. **แคโรทีนอยด์ (Carotenoid)** เป็นสารประกอบพวกไขมัน พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยทั่วไปแล้วจะอยู่รวมกับคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แคโรทีน (Carotene) มีสีแดงและสีส้ม

2.2 แซนโซฟิลล์ (Xanthophyll) มีสี้หลือง

3. **ไฟโคบิลิน (Phycobilin)** เป็นรงควัตถุที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ แคโรทีนอยด์ คือรับพลังงานแสงแล้วถ่ายทอดพลังงานแสงไปยังคลอโรฟิลล์ เอ