

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

เรื่อง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C_4

รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นางกัลยา ชนาลัด

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนทุ่งฝนวิทยาคาร จ. อุดรธานี

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20

คำนำ

เอกสารประกอบการสอน เรื่องกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C 4
รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 32101 นี้ ได้เรียบเรียงขึ้นอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมเนื้อหาสาระ
รายวิชาชีววิทยา (ว 3 2101) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำคัญของผู้สอนในการใช้ประกอบการสอน
ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา เอกสารเล่มนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับ กลไกการเพิ่ม
ความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C 4 โดยเนื้อหามีความกระชับ เข้าใจง่ายรวมทั้งมีรูปภาพประกอบ
ทำให้เข้าใจง่ายมากขึ้น

ผู้สอนควรได้ศึกษารายละเอียดแต่ละหัวข้อเรื่องที่สอนจากเอกสาร หนังสือ ตำรา
หรือสื่ออื่น ๆ เพิ่มเติมอีก หวังว่าเอกสารประกอบการสอนนี้คงอำนวยความสะดวกต่อการเรียน
การสอนตามสมควร หากท่านที่นำไปใช้มีข้อเสนอแนะ ผู้เขียนยินดีรับฟังข้อคิดเห็นต่าง ๆ
และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

กัลยา ชันสาลี

ตำแหน่ง ครู

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำแนะนำการใช้เอกสาร	1
แบบทดสอบก่อนเรียน	2
กระดาษคำตอบก่อนเรียน	4
จุดประสงค์การเรียนรู้	5
กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C_4	6
โครงสร้างของใบที่จำเป็นต่อการตรึง CO_2	7
ตัวอย่างของพืช C_4	8
วัฏจักรของพืช C_4	9
วัฏจักรของพืช C_4 (ต่อ)	10
ข้อดีของวัฏจักรคาร์บอนของพืช C_4	11
แบบทดสอบหลังเรียน	12
กระดาษคำตอบหลังเรียน	14
ใบงาน	15
บรรณานุกรม	

คำแนะนำในการใช้เอกสาร

1. แบ่งกลุ่ม 3 – 5 คน โดยคณะ คนเก่ง ปานกลาง อ่อน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C 4
3. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ศึกษา สืบค้นข้อมูล เรื่อง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ของพืช C 4 เล่มนี้
ให้เข้าใจอย่างละเอียดร่วมกันภายในกลุ่ม
5. สรุปเนื้อหาพร้อมกันลงในแบบบันทึกหรือในสมุด
6. เมื่อมีปัญหาข้อสงสัยให้ปรึกษา ชักถามข้อสงสัย เพื่อน ครูผู้สอน
7. ทำแบบทดสอบหลังเรียน
8. ทำใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในพืช C_4

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. สารอินทรีย์ชนิดแรกที่เป็นผลผลิตของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 คือข้อใด
 - ก. กรดออกซาโลแอซิดิก (OAA)
 - ข. กรดฟอสโฟกลีเซอริก (PGA)
 - ค. กรดฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ (PGAL)
 - ง. กรดมาลิก(Malic acid) หรือ แอสปาร์ติก (Aspartic acid)
2. พืช C_4 สังเคราะห์ด้วยแสงมีประสิทธิภาพสูงกว่าพืช C_3 ด้วยเหตุผลในข้อใด
 - ก. พืช C_4 ตรึง CO_2 ได้ดีกว่า
 - ข. พืช C_4 มีปากใบมากกว่า
 - ค. พืช C_4 มีคลอโรพลาสต์หนาแน่นมาก
 - ง. กระบวนการ Photorespiration ในพืช C_4 เกิดขึ้นได้ยาก
3. สารชนิดแรกที่เข้ามาตรึงกับ CO_2 ของพืช C_4 คือสารใด

ก. PGA	ข. RuBP
ค. PEP	ง. OAA
4. พืชในข้อใดไม่ใช่พืช C_4

ก. มะขาม	ข. อ้อย
ค. ข้าวโพด	ง. ข้าวฟ่าง
5. สารในข้อใดมีจำนวนคาร์บอนแตกต่างจากข้ออื่น

ก. กรดไพรูวิก	ข. PGA
ค. PEP	ง. RuBP

6. การตรึง CO_2 ของพืช C_4 เกิดขึ้นที่ส่วนใดของใบพืช

- ก. ชั้นมีโซฟิลล์เท่านั้น ข. บันเดิลชีท
ค. ชั้นแพลลิสเดมีโซฟิลล์ ง. ชั้นมีโซฟิลล์และบันเดิลชีท

7. OAA มีชื่อเต็มว่าอย่างไร

- ก. ฟอสโฟอินอลไพรูวิก
ข. ออกซาโลอะซิเตต
ค. ไบบูโรส 1 , 5 บิสฟอสเฟต
ง. กรดมาลิก

8. ข้อใดกล่าวถึง พืช C_4 ไม่ถูกต้อง

- ก. พืช C_4 เป็นพืชเขตร้อน
ข. มีการเกิดวัฏจักรคัลวินมาเกี่ยวข้อง
ค. มีการตรึง CO_2 2 ครั้ง
ง. มีการตรึง CO_2 ครั้งเดียว

9. กระบวนการ “ โฟโตเรสไพเรชัน ” ของพืช C_4 เป็นอย่างไร

- ก. ไม่เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันเลย
ข. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันมาก
ค. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันเป็นบางครั้ง
ง. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันน้อยมาก

10. สารใดที่เกี่ยวข้องในการตรึง CO_2 ของพืช C_4

- ก. RuBP ข. OAA
ค. PEP ง. ถูกทุกข้อ



เป็นยังไงคะ..ทำข้อสอบก่อนเรียนได้ไหมคะ
ไม่เป็นไรค่ะ...ถ้าทำไม่ได้ ก็ไปศึกษาเนื้อหา
กันก่อนนะคะ.....

กระดาษคำตอบก่อนเรียน

ได้คะแนน.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ตั้งใจทำข้อสอบนะเพื่อนๆ



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษา อธิบาย กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4
2. สามารถยกตัวอย่างชื่อพืชที่เป็นพืช C4 ได้
3. สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพืช C3 กับพืช C4
4. อธิบายโครงสร้างของใบพืชที่มีกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในพืช C4
5. อธิบายถึงข้อดีของกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4

เรามาเข้าลู่บทเรียนกันดีกว่า
 เพื่อนๆ รู้จักพืช C4 ไหมเอ่ย
 วันนี้เราจะมาทำความรู้จักกับพืช C4 กัน

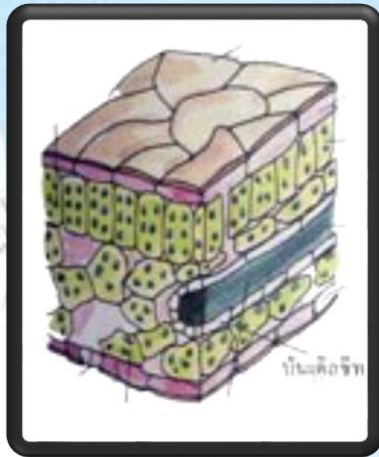


กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4

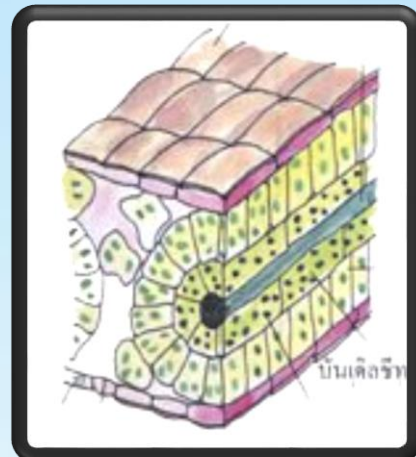
ปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในวัฏจักรคัลวินของพืชได้สารประกอบคางตัวชนิดแรกคือ PGA ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 3 อะตอม เรียกพืชชนิดนี้ว่า พืช C3 แต่มีพืชบางชนิดในเขตร้อนมีวิวัฒนาการที่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์นอกเหนือจากวัฏจักรคัลวิน และได้สารประกอบคางตัวชนิดแรกซึ่งมีคาร์บอน 4 อะตอม และไม่ใช่ PGA จึงเรียกพืชที่มีกระบวนการเช่นนี้ว่า พืช C4



โครงสร้างของใบที่จำเป็นต่อการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพ ก.



ภาพ ข.

- ใบพืชในภาพ ก เป็นใบพืชที่พบคลอโรพลาสต์มากในเซลล์มีโซฟิลล์จัดเป็นพืช C3
- ใบพืชในภาพ ข นอกจากจะพบคลอโรพลาสต์ในเซลล์มีโซฟิลล์แล้วในเซลล์บุ้บเคิลชีทก็ยังพบคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย พืชลักษณะนี้จัดเป็นพืช C4
- พืช C3 มีปริมาณร้อยละ 85 ของพืชทุกชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น

แสดงว่าโครงสร้างของใบพืช C3 กับใบพืช C4

แตกต่างกัน

เลยทำให้การตรึง CO₂ แตกต่างกันด้วย





แล้วพืช C4 มีอะไรบ้างนะ

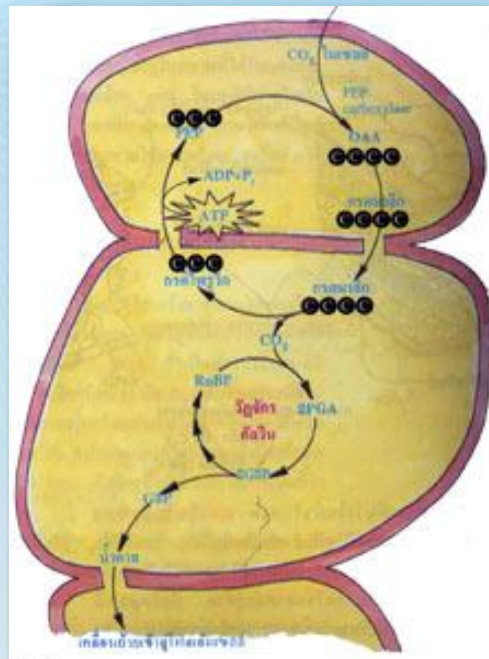
พืช C4 เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนหรือกึ่งร้อน ซึ่งมีประมาณ 1500 สปีชีส์ เช่น

- ข้าวโพด
- ข้าวฟ่าง
- อ้อย
- หญ้าแพรก
- หญ้าแห้วหมู
- ผักโขมจีน
- บานไม่รู้โรย

นอกจากนี้ในพืช C4 เซลล์มีไซฟิลล์และเซลล์บันเดิลชีทที่อยู่ติดกันจะมีพลาสโมเดสมาตาเชื่อมระหว่างเซลล์ทั้งสองและทำหน้าที่เป็นทางผ่านและลำเลียงสารจากกระบวนการเมแทบอลิซึมระหว่างเซลล์มีไซฟิลล์และเซลล์บันเดิลชีท



วัฏจักรของพืช C4



ครั้งแรก โดยกรดฟอสโฟอินอลไพริวิก (phosphoenolpyruvic acid : PEP) ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอม ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอม เรียกว่า กรดออกซาโลแอซิดิก (oxaloacetic acid :OAA) ซึ่งเป็นสารประกอบคงตัวชนิดแรกที่ได้จากปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเรียกพืชที่มีกระบวนการเช่นนี้ว่า พืช C4

อ่าน ศึกษา ทำความเข้าใจ
อย่างละเอียด
นะครับ.....นะคะ





ศึกษาเนื้อหาบทก่อนต่อเลยนะคะ

ครั้งที่สอง OAA มีการเปลี่ยนแปลงหลายขั้นตอนและลำเลียงผ่านพลาสโมเดสมาตามายังเซลล์บันเดิลชีท

- สารคาร์บอน 4 อะตอม ที่ลำเลียงมานี้จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ให้กับ RuBP ในวัฏจักรคัลวินกลายเป็นสารที่มี คาร์บอน 3 อะตอม
- จะลำเลียงกลับไปที่สโตรมาของเซลล์มีโซฟิลล์และเปลี่ยนแปลงเป็นสาร PEP เพื่อจะตรึงคาร์บอนไดออกไซด์อีกครั้งหนึ่ง

เข้าใจไหมคะ...ถ้าไม่เข้าใจ ศึกษาอีกรอบนะคะ

สู้ๆ ค่ะ



ค.คุณครูใจดี

ข้อดีของวัฏจักรคาร์บอนของพืช C4

1. ช่วยให้พืชสามารถนำคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและในเซลล์มีโซฟิลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำเข้าสู่บันเดิลชีท
 2. ทำให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์บันเดิลชีทสูงมากขึ้นเมื่อเทียบกับความเข้มข้นของออกซิเจน
 3. ทำให้ปฏิกิริยาการตรึงออกซิเจน โดย RuBP เกิดได้น้อย
- พืช C4 จึงมีการสูญเสียคาร์บอนอะตอม จากโฟโตเรสไพเรชันน้อยมาก จนวัดไม่ได้ในสภาพปกติ



จบเนื้อหาแล้วค่ะ....

หากมีข้อสงสัย สอบถามคุณครูได้นะคะ

เราไปทำแบบทดสอบหลังเรียนกันค่ะ

ขอบคุณที่มา : <https://nkw04975.wordpress.com/>

เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในพืช C_4

คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. สารอินทรีย์ชนิดแรกที่เป็นผลลัพธ์ของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 คือข้อใด
 - ก. กรดออกซาโลแอซิดิก (OAA)
 - ข. กรดฟอสโฟกลีเซอริก (PGA)
 - ค. กรดฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ (PGAL)
 - ง. กรดมาลิก(Malic acid) หรือ แอสปาร์ติก (Aspartic acid)
2. พืช C_4 สังเคราะห์ด้วยแสงมีประสิทธิภาพสูงกว่าพืช C_3 ด้วยเหตุผลในข้อใด
 - ก. พืช C_4 ตรึง CO_2 ได้ดีกว่า
 - ข. พืช C_4 มีปากใบมากกว่า
 - ค. พืช C_4 มีคลอโรพลาสต์หนาแน่นมาก
 - ง. กระบวนการ Photorespiration ในพืช C_4 เกิดขึ้นได้ยาก
3. สารชนิดแรกที่เข้ามาตรึงกับ CO_2 ของพืช C_4 คือสารใด

ก. PGA	ข. RuBP
ค. PEP	ง. OAA
4. พืชในข้อใดไม่ใช่พืช C_4

ก. มะขาม	ข. อ้อย
ค. ข้าวโพด	ง. ข้าวฟ่าง
5. สารในข้อใดมีจำนวนคาร์บอนแตกต่างจากข้ออื่น

ก. กรดไพรูวิก	ข. PGA
ค. PEP	ง. RuBP

6. การตรึง CO_2 ของพืช C_4 เกิดขึ้นที่ส่วนใดของใบพืช

- ก. ชั้นมีโซฟิลล์เท่านั้น
- ข. บันเดิลชีท
- ค. ชั้นแพลลิสเดมีโซฟิลล์
- ง. ชั้นมีโซฟิลล์และบันเดิลชีท

7. OAA มีชื่อเต็มว่าอย่างไร

- ก. ฟอสโฟอินอลไพรูวิก
- ข. ออกซาโลอะซิเตต
- ค. ไบบูโรส 1 , 5 บิสฟอสเฟต
- ง. กรดมาลิก

8. ข้อใดกล่าวถึง พืช C_4 ไม่ถูกต้อง

- ก. พืช C_4 เป็นพืชเขตร้อน
- ข. มีการเกิดวัฏจักรคัลวินมาเกี่ยวข้อง
- ค. มีการตรึง CO_2 2 ครั้ง
- ง. มีการตรึง CO_2 ครั้งเดียว

9. กระบวนการ “ โฟโตเรสไพเรชัน ” ของพืช C_4 เป็นอย่างไร

- ก. ไม่เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันเลย
- ข. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันมาก
- ค. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันเป็นบางครั้ง
- ง. เกิดกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันน้อยมาก

10. สารใดที่เกี่ยวข้องในการตรึง CO_2 ของพืช C_4

- ก. RuBP
- ข. OAA
- ค. PEP
- ง. ถูกทุกข้อ

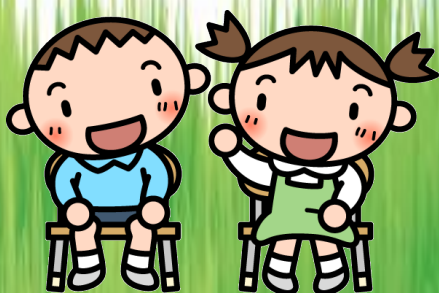
กระดาษคำตอบหลังเรียน

ได้คะแนน.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ตั้งใจทำข้อสอบอีกครั้งนะเพื่อนๆ





ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. Photo Respiration มี.....แย่งจับกับ RuBP ได้.....
และมี C เหลือ.....อะตอม
2. โครงสร้างใบของพืช C 4 มีลักษณะพิเศษคือ.....
ทำให้พืช C 4 มีการตรึง CO₂ครั้ง
3. Photo Respiration มีประโยชน์ต่อพืชคือ.....
.....
4. PEP (.....) มี Cอะตอม ตรึงกับ.....
ได้.....(.....)
5. ตรึง CO₂ ครั้งที่.....
ครั้งที่ 2 ที่.....
6. พืช C 4 ได้แก่.....
7. กรดมาลิกมี Cอะตอม กรดไฟรูวิก มี Cอะตอม
8. ช่องผ่านเข้าออกของสารในเซลล์พืช เรียกว่า.....
9. จงวาดภาพแสดงการเกิดการตรึง CO₂ ของพืช C 4 มาตามความเข้าใจ

ในที่สุดทุกคนก็ทำสำเร็จ....เก่งมากๆค่ะ



รากฐานของตึก คือ อิฐ

รากฐานของชีวิต คือ การศึกษา

บรรณานุกรม

รศ.ดร. ศุภจิตรา ชัชวาล และคณะ. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
และเทคโนโลยี (สสวท) , 2557

เว็บไซต์ : : <https://nkw04975.wordpress.com/>