

หน่วย  
การสังเคราะห์  
ด้วยแสง

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

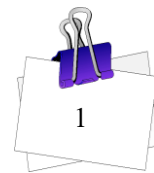
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3  
รหัสวิชา ว30243

ชุดที่ 1

เรื่อง การศึกษาดินดวงที่เงาของกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

นางวรรณภา อ่างทอง  
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนศรีสมเด็จพิภพพัฒนาวินทยา อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27



## คำนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นภารกิจที่สำคัญยิ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องพัฒนา กระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของตนเองให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็น การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ หน่วย การสังเคราะห์ด้วยแสง แบ่งออกเป็น 5 ชุด ใช้เวลาเรียนชุดละ 2 ชั่วโมง สำหรับชุดที่ 1 เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงนักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมการสืบค้นจนเกิดองค์ความรู้ควบคู่กับฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

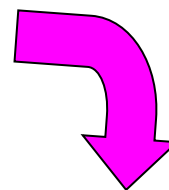
นางวรรณภา อ่างทอง  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนศรีสมเด็จพิภพพัฒนาวิทยา

# คำชี้แจง

เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปตามลำดับขั้นตอนและเกิดความเข้าใจในการเรียน  
นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

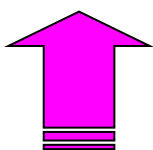


ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

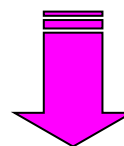
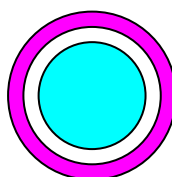


ศึกษาระสาระสำคัญและ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

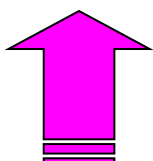
ทำแบบทดสอบหลังเรียน



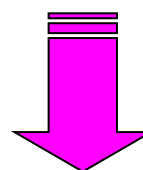
ทำแบบฝึกกิจกรรม เรื่อง ศึกษาค้นคว้าที่  
เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



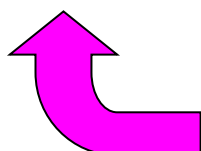
ศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ  
สังเคราะห์ด้วยแสง



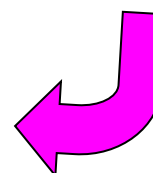
ตอบคำถามเพื่อส่งเสริมทักษะ  
การคิดวิเคราะห์

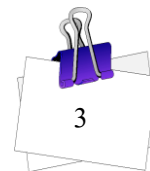


ทำกิจกรรมคำถามชวนคิด



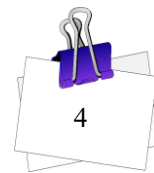
ทำกิจกรรมการบันทึกข้อสรุป





## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	2
คำชี้แจง	3
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
1. สารสำคัญ	7
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	7
3. การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	8
3.1 ทำกิจกรรมคำถามชวนคิด	9
3.2 ทำกิจกรรมการบันทึกข้อสรุป	19
ตอบคำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์	20
ทำแบบฝึกกิจกรรม เรื่อง ศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	22
แบบทดสอบหลังเรียน	24
เฉลยแนวคำตอบบันทึกข้อสรุป	26
แนวการตอบคำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์	27
เฉลยแบบฝึกกิจกรรม เรื่อง ศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	28
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	30
บรรณานุกรม	31



## แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ หน่วย การสังเคราะห์ด้วยแสง  
ชุดที่ 1 เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข้อสอบ 10 ข้อ เวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำสั่ง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

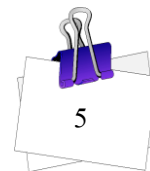
- ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
  - แก๊สออกซิเจนจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสงเท่านั้น
  - แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ )
  - พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส  $CO_2$  เป็นสารอาหารได้ ไม่ว่าจะมีความสว่างหรือไม่ก็ตาม
  - ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์

- ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยา

แสง

คลอโรพลาสต์ + น้ำ + เกลือเฟอริก -----> เกลือเฟอร์รัส + ออกซิเจน

- ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยน้ำ
  - ปฏิกิริยานี้จะขาดคลอโรพลาสต์ไม่ได้
  - เกลือเฟอริกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์
  - ถ้าปฏิกิริยานี้ขาดแสงผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเหมือนเดิม
- จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยาในข้อ 2 พบว่าไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด
    - การถ่ายโอนอิเล็กตรอน
    - การแตกตัวของโมเลกุลของน้ำ
    - การแตกตัวของคลอโรพลาสต์
    - การสลายโมเลกุลของคลอโรฟิลล์



4. จากสมการ  $\text{CO}_2 + \text{ATP} + \text{NADPH} + \text{H}^+ + \text{คลอโรพลาสต์} \rightarrow \text{น้ำตาล} + \text{ADP}$   
ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. น้ำตาลเกิดจาก ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$
- ข. ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยแสงจึงจะเกิดน้ำตาล
- ค. น้ำตาลสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยคลอโรพลาสต์
- ง.  $\text{CO}_2$  ATP  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  จำเป็นสำหรับการสร้างน้ำตาล

5. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถือว่ามีกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานแสงเป็นพลังงานกล
- ข. พลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
- ค. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี
- ง. พลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน

6. สารใดที่เป็นผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

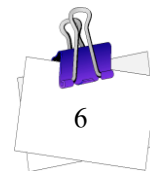
- ก. น้ำตาลและออกซิเจน
- ข. ไนโตรเจนและออกซิเจน
- ค. คลอโรฟิลล์และออกซิเจน
- ง. น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

7. พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่คลอโรฟิลล์จับไว้จะถูกนำไปใช้อย่างไร

- ก. ใช้ในการสลายน้ำ
- ข. ใช้ในการสลาย ATP และกลูโคส
- ค. ใช้สลายคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
- ง. ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

8. เราจะสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีใดว่าหลังจากการสังเคราะห์ด้วยแสง 5 วินาที จะมี PGA เกิดขึ้น

- ก. ยับยั้งการเกิดโฟโตไลซิส
- ข. ใช้  $\text{H}_2\text{O}$  ที่ประกอบด้วย  $^{18}\text{O}$
- ค. ใช้  $\text{CO}_2$  ที่ประกอบด้วย  $\text{C}^{14}$
- ง. ยับยั้งกระบวนการ  $\text{CO}_2$  - fixation



9. ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีการใช้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบนักเรียนคิดว่า  
แบบที่เรียชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ ใช้วัตถุดิบอะไรในการสังเคราะห์ด้วยแสง

- ก. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับน้ำ
- ข. ไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่านั้น
- ค. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับกำมะถัน
- ง. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับคาร์บอนไดออกไซด์

10. กระบวนการในข้อใดเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- ก. สลายสารที่มีพลังงานศักย์สูง
- ข. ทำลายสารที่มีพลังงานศักย์ต่ำ
- ค. สร้างสารที่มีพลังงานศักย์สูง
- ง. สังเคราะห์สารที่มีพลังงานต่ำ



## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ หน่วย การสังเคราะห์ด้วยแสง ชุดที่ 1

เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

### 1. สาระสำคัญ

จากการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สรุปได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction) เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงเพื่อทำให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกสลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สออกซิเจน ATP และ  $\text{NADPH}+\text{H}^+$
2. ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction) เป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงและเป็นกระบวนการที่เกิดหลังปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงเพราะจะต้องรับ ATP และ  $\text{NADPH}+\text{H}^+$  จากปฏิกิริยาที่ใช้แสงและคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ไม่ได้รับแสงก็เกิดน้ำตาลได้

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการทดลองและสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

#### ด้านทักษะ

1. นักเรียนมีความสามารถในการจำแนกแยกแยะระหว่างปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของแบคทีเรีย
2. นักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบวัตถุดิบที่ใช้และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการสังเคราะห์ด้วยแสงของแบคทีเรีย
3. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของวัตถุดิบที่ใช้และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงจำเป็นต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์



### ด้านคุณธรรมจริยธรรม

1. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน
2. นักเรียนมีความซื่อสัตย์และตรงต่อเวลา
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

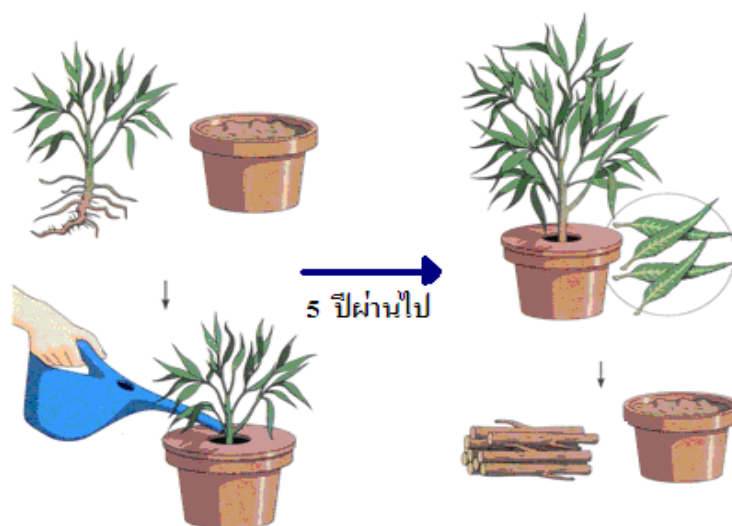


### 3. การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในปัจจุบันเป็นความรู้ที่ได้จากผลการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์หลายยุคหลายสมัยสั่งสมต่อเนื่องกันมา ทำให้ได้รับความรู้ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

#### 1. การศึกษาค้นคว้าของ ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมอนท์(Jean Baptiste Van Helmont)

ในปี พ.ศ. 2191 (ค.ศ. 1648) ได้มีการพิมพ์ผลงานของฌอง แบบติสท์ แวนเฮลมอนท์ (Jean Baptiste Van Helmont) นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยียมที่ทำการทดลองทางชีววิทยา โดยการปลูกต้นหลิวหนัก 5 ปอนด์ในถังใบใหญ่ที่บรรจุดินซึ่งทำให้แห้งสนิทหนัก 200 ปอนด์แล้วปิดฝาถัง ระหว่างทำการทดลองได้รดน้ำต้นหลิวที่ปลูกไว้ทุกวันด้วยน้ำฝนเป็นระยะเวลา 5 ปี ต้นหลิวเจริญเติบโตขึ้นมาก เมื่อนำต้นหลิวที่ไม่มีดินติดอยู่ที่รากไปชั่งน้ำหนัก ปรากฏว่าต้นหลิวหนัก 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ (ตัวเลขนี้ไม่ได้รวมน้ำหนักใบซึ่งร่วงไปแต่ละปี) และเมื่อนำดินในถังไปทำให้แห้งแล้วนำไปชั่ง ปรากฏว่ามีน้ำหนักน้อยกว่าดินที่ใช้ก่อนทำการทดลองเพียง 2 ออนซ์เท่านั้น ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การทดลองของ ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมอนท์

ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)

วันที่สืบค้น 25 / 02 / 2562

แวน เฮลมองท์ได้สรุปผลการทดลองว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเพียงอย่างเดียว โดยที่เขาไม่ได้นึกถึงแก๊สในอากาศและดิน ความจริงแล้วน้ำหนักของดินที่หายไปนั้นก็เป็นส่วนที่พืชนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตซึ่งมีส่วนทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย จากการศึกษาทำให้เราทราบว่า น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจากเดิมคือ 5 ปอนด์มาเป็น 169 ปอนด์ 3 ออนซ์นั้น มาจากน้ำ (ที่รดหรือจากดิน) CO<sub>2</sub> จากอากาศรวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน

### คำถามชวนคิด

1. เหตุใดจึงต้องปิดฝาถังตลอดเวลาและจะเปิดเฉพาะตอนรดน้ำเท่านั้น

.....

.....

.....

.....

.....

2. แวน เฮลมองท์ สรุปว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเท่านั้น นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้ หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....



เยี่ยมเลยคะ ศึกษาหัวข้อ  
ต่อไปเลยนะคะ



## 2. การศึกษาค้นคว้าของโจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley)

ในปี พ.ศ. 2315 (ค.ศ. 1772) โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้พิมพ์ผลงานที่ทำการทดลอง โดยจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้วปรากฏว่าสักรุ่นเทียนไขดับและเมื่อใส่หนูเข้าไปในครอบแก้ว คุรุต่อมานูก็ตาย เมื่อนำหนูที่มีชีวิตไปไว้ในครอบแก้วเดิมที่เทียนไขดับปรากฏว่าหนูตายเกือบทันทีและเมื่อจุดเทียนไขแล้วนำไปใส่ในครอบแก้วเดิมที่หนูตายอยู่แล้ว ปรากฏว่าเทียนไขดับเกือบทันที อากาศที่หนูหายใจออกมาและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับในสมัยนั้นเรียกว่า "อากาศเสีย" สิ่งที่ยั่งยืนยุคนั้นก็คือคนและสัตว์อื่น ๆ เป็นจำนวนมากกำลังหายใจอยู่ตลอดเวลาและยังมีการเผาไหม้สิ่งต่าง ๆ ถ้าเป็นเช่นนั้นไปเรื่อย ๆ ในที่สุดอากาศที่ใช้ในการหายใจหรือช่วยในการลุกไหม้ไม่ถูกทำลายให้หมดไปหรือ เขาได้ทดลองนำหนูใส่ไว้ในครอบแก้วเดียวกันกับพืชสีเขียว ปรากฏว่าทั้งพืชและหนูสามารถมีชีวิตอยู่ได้ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การทดลองของโจเซฟ พริสต์ลีย์

ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)

วันที่สืบค้น 25 / 07 / 2562

### คำถามชวนคิด

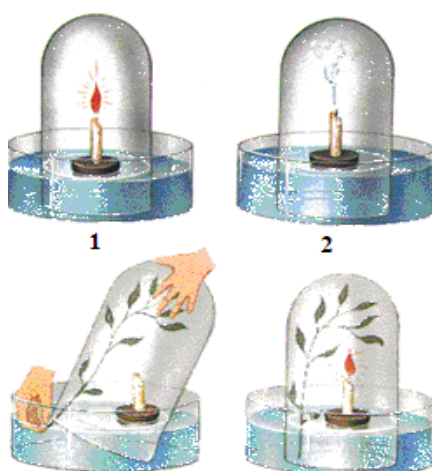
จากการทดลองนี้ โจเซฟ พริสต์ลีย์ สรุปว่าแก๊สที่ทำให้เทียนไขดับเป็นแก๊สที่ทำให้หนูตาย และแก๊สที่ทำให้เทียนไขลุกไหม้เป็นแก๊สที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของหนู นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของ พริสต์ลีย์ หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

บังเอิญครั้งหนึ่งพริสทลีย์ได้นำเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อนแล้วอีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่าเทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ระยะหนึ่งโดยไม่ดับทันที หลายครั้งที่ พริสทลีย์ได้แบ่งอากาศหลังจากเทียนไขดับแล้วออกเป็น 2 ส่วนนำพืชใส่ไว้ในส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งใส่แต่แก้วบรรจุน้ำ ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วจุดเทียนไข พบว่าเทียนไขลุกไหม้ได้ระยะหนึ่งในอากาศส่วนแรก แต่จะดับทันทีในอากาศส่วนที่สอง หลังจากนั้นเขาได้ศึกษาคุณสมบัติของแก๊สและอากาศ และทราบว่า "อากาศดี" ช่วยในการเผาไหม้และการหายใจของสัตว์แต่การหายใจของสัตว์และการเผาไหม้ของเทียนไขทำให้เกิด "อากาศเสีย" ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การทดลองเพิ่มเติมของโจเซฟ พริสทลีย์

ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)

วันที่สืบค้น 25 / 03 / 2562

### คำถามชวนคิด

เหตุใดพริสทลีย์จึงแบ่งอากาศที่ได้จากเทียนไขลุกไหม้และดับแล้วออกเป็น 2 ส่วนแล้วนำไปทดลองต่อ

.....

.....

.....

.....

\*พริสทลีย์ ไม่ได้ย้ำถึงความสำคัญของส่วนที่มีสีเขียวของพืชในการที่สามารถทำให้อากาศดีขึ้นและไม่ได้คำนึงถึงว่า พืชจะมีความสามารถในการทำให้อากาศดีขึ้นได้ก็ต่อเมื่อพืชได้รับแสงสว่างเท่านั้น

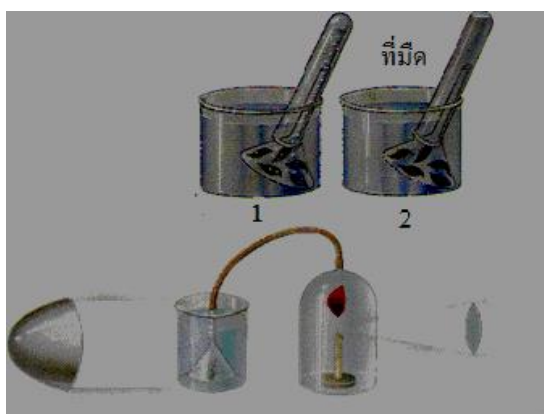
### 3. การศึกษาค้นคว้าของ แจน อินเกิน ฮูซ (Jan Ingen Housz)

พ.ศ. 2322 (ค.ศ. 1779) แจน อินเกิน ฮูซ (Jan Ingen Housz) นายแพทย์ชาวดัตช์ ได้พิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองของพริสต์ลีย์จะได้ผลก็ต่อเมื่อพืชได้รับแสงสว่าง และเฉพาะส่วนสีเขียวของพืชเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยน "อากาศเสีย" ให้เป็น "อากาศดี" คือถ้ามีแสงสว่างพืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส CO<sub>2</sub> เป็นสารอาหารและ O<sub>2</sub> ได้

จากความรู้ทางวิชาเคมีซึ่งพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะใกล้เคียงกับที่พริสต์ลีย์และอินเกิน ฮูซ ทดลองนั้น พบว่าแก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้และแก๊สที่เกิดจากการหายใจออกของสัตว์เป็นแก๊สชนิดเดียวกันคือคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และใช้ในการหายใจของสัตว์ คือ ออกซิเจนแสดงว่าเมื่อพืชได้รับแสง พืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป และปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมา



ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 การทดลองของแจน อินเกิน ฮูซ

ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th)

(อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)

วันที่สืบค้น 25 / 03 / 2557

และในปี พ.ศ. 2329 อินเกิน ฮูซ ยังค้นพบเพิ่มเติมอีกว่าพืชเก็บธาตุคาร์บอนไว้ในรูปของสารอินทรีย์

#### คำถามชวนคิด

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้อย่างไร

.....

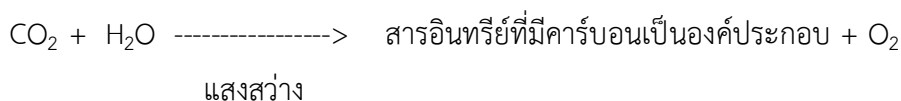
.....

.....

#### 4. การศึกษาค้นคว้าของ นิโกลาส อีโอดอร์ เดอ โซซูร์ (Nicolas Theodore de Soussure)

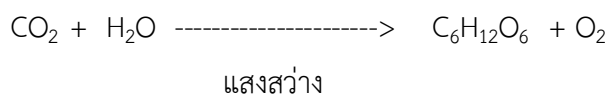
พ.ศ. 2347 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ นิโกลาส อีโอดอร์ เดอ โซซูร์ (Nicolas Theodore de Soussure) ได้ทำการทดลองให้เห็นว่าน้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้รับ เขาจึงสรุปว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบางส่วนเป็นน้ำหนักของน้ำที่พืชได้รับ

พืชสีเขียว



จากการทดลองโดยการวิเคราะห์ทางเคมีในเวลาต่อมา พบว่าสารอินทรีย์ที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชคือสารประเภทคาร์โบไฮเดรต จากผลการศึกษาค้นคว้าจึงเขียนสรุปกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรตได้ดังนี้

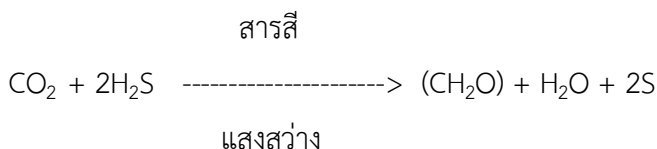
พืชสีเขียว



จากการศึกษาต่อมาพบว่าคาร์โบไฮเดรตที่ได้คือน้ำตาล โดยทั่วไปจะเขียนสูตรของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือน้ำตาลเฮกซอส ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) แทนคาร์โบไฮเดรต การสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชที่อาศัยแสงดังที่ได้กล่าวมานี้เรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) พืชใช้น้ำตาลที่ได้จากกระบวนการนี้เป็นวัตถุดิบในการสร้างคาร์โบไฮเดรตรูปอื่นรวมทั้งสารอาหารอื่นๆ เช่น ไขมัน โปรตีน เป็นต้นและนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของพืช

#### 5. การศึกษาค้นคว้าของ แวน นีล (Van Niel)

ในปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) แวน นีล (Van Niel) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้พบว่าแบคทีเรียบางชนิด สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) แทนผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงแทนที่จะได้ออกซิเจนกลับได้ซัลเฟอร์ (S)



### คำถามชวนคิด

นักเรียนคิดว่าซัลเฟอร์มาจากการสลายตัวของสารใด

.....

.....

.....

แวน นีล จึงเสนอสมมติฐานว่า ในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชนั้นน่าจะคล้ายคลึงกับการสร้างคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย คือในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโมเลกุลของน้ำถูกแยกสลายได้ออกซิเจนเป็นอิสระ

สมมติฐานของ แวน นีล ได้พิสูจน์ว่าถูกต้องก็ต่อเมื่อเทคนิคการใช้สารกัมมันตรังสีได้เจริญขึ้น ในราวปี ค.ศ. 1941 นักชีววิทยาชาวอเมริกันกลุ่มหนึ่งได้ทำการทดลองพิสูจน์โดยนำสาหร่ายคลอเรลลา (chlorella) ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวชนิดหนึ่ง และออกซิเจนที่เป็นสารไอโซโทป (isotope) หนัก คือ  $^{18}\text{O}$  มาใช้ในการทดลอง โดยทำการทดลองดังนี้

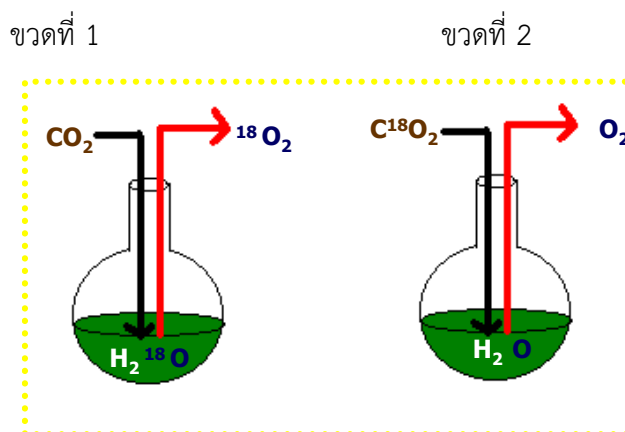
1. ใส่สาหร่ายปริมาณเท่ากันลงในขวดแก้ว 2 ใบ (ขวดที่ 1 และ ขวดที่ 2)
2. ใส่ น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ลงในขวดทั้งสอง ดังนี้

ขวดที่ 1 ใส่คาร์บอนไดออกไซด์ที่ประกอบด้วยออกซิเจนปกติ ( $\text{CO}_2$ ) และใส่น้ำที่ประกอบด้วยออกซิเจน  $^{18}\text{O}$  ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ )

ขวดที่ 2 ใส่คาร์บอนไดออกไซด์ที่ประกอบด้วยออกซิเจน  $^{18}\text{O}$  ( $\text{C}^{18}\text{O}_2$ ) และใส่น้ำที่ประกอบด้วยออกซิเจนปกติ ( $\text{H}_2\text{O}$ )



3. นำขวดทั้งสองไปตั้งไว้ในที่มีแสง ดังรูปที่ 1.5

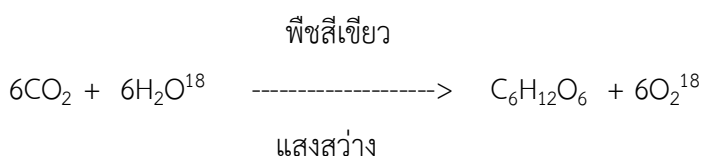


รูปที่ 1.5 การทดสอบสมมติฐานของ แวน นีล

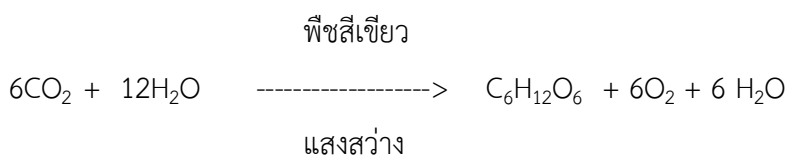
ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)

วันที่สืบค้น 25 / 03 / 2562

เมื่อสาหร่ายได้รับแสงก็จะให้ออกซิเจนออกมาทั้งสองขวดแตเมื่อนำออกซิเจนที่เกิดขึ้นมาทดสอบปรากฏว่าออกซิเจนจากขวดแรกเท่านั้นเป็น  $H_2O^{18}$  ส่วนจากขวดที่สองเป็นออกซิเจนปกติจึงสรุปได้ว่าออกซิเจนที่ได้จากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของน้ำ  
สมการเคมีของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งใช้ออกซิเจนที่เป็นไอโซโทปหนัก ดังนี้



จากสมการจะเห็นได้ว่าออกซิเจนอิสระมาจากน้ำ แต่น้ำ 6 โมเลกุลมีออกซิเจนเพียง 6 อะตอม แต่มีออกซิเจนอิสระถึง 12 อะตอม ต่อมามีการค้นพบว่าในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีน้ำเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นสมการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเป็น ดังนี้

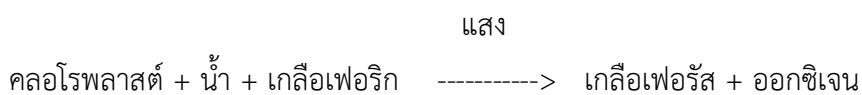


สมการข้างต้นเป็นการอธิบายในแง่ของหลักการทางเคมี แต่ไม่ได้อธิบายกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์ด้วยแสง

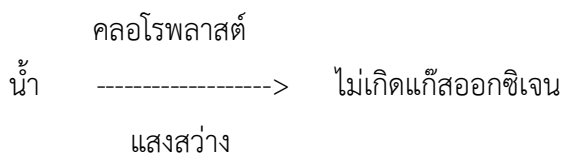
ก่อนสิ้นสุดทศวรรษที่ 19 มีความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงว่า พืชสามารถสร้างคาร์โบไฮเดรตเมื่อมีแสงสว่างโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบ

## 6. การศึกษาของ โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill)

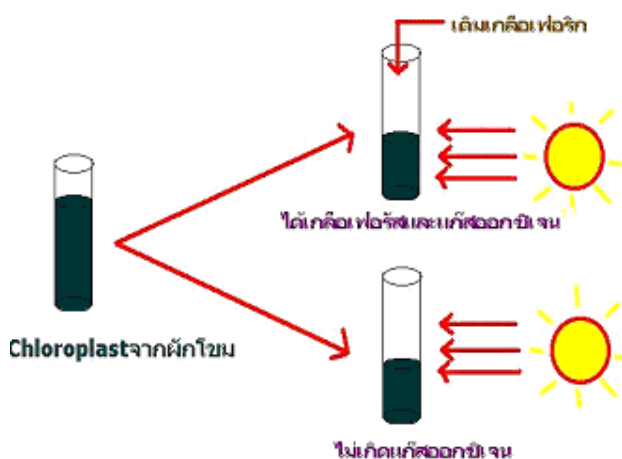
ในปี พ.ศ. 2475 (ค.ศ. 1932) โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill) ทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีเกลีอเฟอริกและคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากผักโขม ปรากฏว่าเกลีอเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลีอเฟอร์รัส และมีออกซิเจนเกิดขึ้น



แต่ถ้าในของผสมไม่มีเกลีอเฟอริกก็จะไม่เกิดแก๊สออกซิเจน



ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 การทดลองของโรบิน ฮิลล์  
ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 2014)  
วันที่สืบค้น 25 / 03 / 2562

### คำถามชวนคิด

1. เกลือเฟอร์ริก ( $Fe^{3+}$ ) เปลี่ยนไปเป็นเกลือเฟอรัส ( $Fe^{2+}$ )ได้ เพราะเหตุใด และ เกลือเฟอร์ริกทำหน้าที่อะไรในปฏิกิริยา

.....

.....

.....

2. ถ้าไม่มีตัวรับอิเล็กตรอน น้ำจะแตกตัวได้แก๊สออกซิเจนหรือไม่

.....

.....

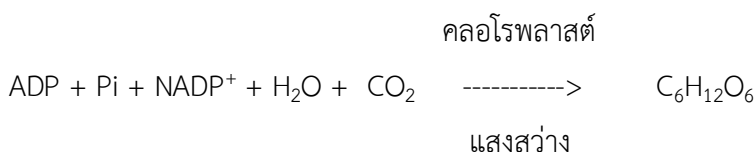
.....

จากการค้นคว้าต่อมาพบว่าในพืชมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์หลายชนิด เช่น นิโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate :  $NADP^+$ )

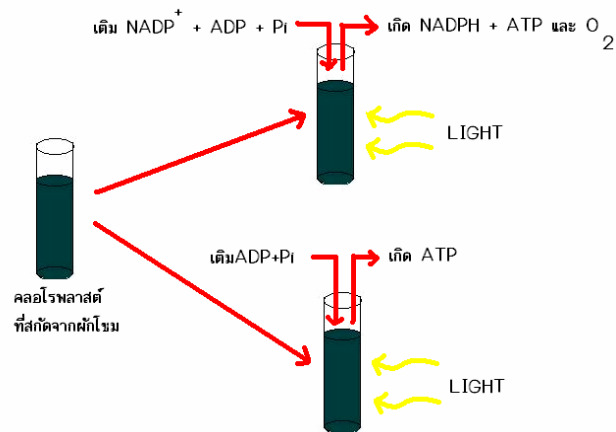
จากการทดลองของฮิลล์ สรุปได้ว่าเมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสงและมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้โดยไม่ต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ การทดลองของฮิลล์ครั้งนี้ก่อให้เกิดการตื่นตัวกันมาก เพราะปฏิกิริยาที่เขาทดลองนี้มีการปลดปล่อยแก๊สออกซิเจนเช่นเดียวกับพืช แต่ในการทดลองของเขาใช้เพียงคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ของเซลล์พืชเท่านั้น จากการทดลองนี้จึงนำไปสู่แนวความคิดว่าปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงน่าจะมีอย่างน้อย 2 ขั้นตอนใหญ่คือขั้นที่ปล่อยแก๊สออกซิเจนกับขั้นที่เกี่ยวข้องกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

### 7. การศึกษาค้นคว้าของ แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon )

ในปี พ.ศ. 2494 (ค.ศ. 1951) แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon) และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองของฮิลล์ อาร์นอนคิดว่าถ้าให้สารบางอย่าง เช่น ADP, หมู่ฟอสเฟต (Pi),  $NADP^+$  และ  $CO_2$  ลงไปในคลอโรพลาสต์ที่สกัดมาได้แล้วให้แสงจะมีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงจนได้น้ำตาลเกิดขึ้น



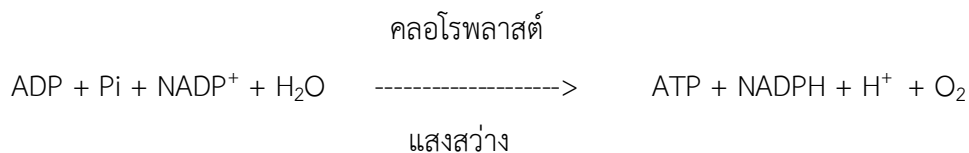
ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองเพื่อติดตามขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา โดยควบคุมปัจจัยบางอย่าง แล้วสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น อาร์นอนพบว่าถ้าให้สารต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ได้สารบางอย่างแต่ไม่มีการสร้างคาร์โบไฮเดรต ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.7



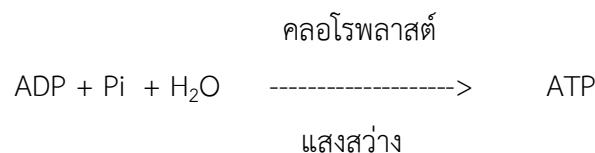
รูปที่ 1.7 การทดลองของเดเนียล อาร์นอน เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้คาร์บอนไดออกไซด์

ที่มา : [www.sakolraj.ac.th](http://www.sakolraj.ac.th) (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25 / 03 / 2557



อาร์นอนได้ทำการทดลองต่อไปอีก โดยให้ปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วแก่คลอโรพลาสต์ ยกเว้น  $\text{CO}_2$  และ  $\text{NADP}^+$  พบว่าเกิด ATP อย่างเดียวเท่านั้น ดังสมการ



จากการทดลองนี้แสดงว่าคลอโรพลาสต์ที่ได้รับแสงจะสามารถสร้าง ATP ได้เพียงอย่างเดียวหรือสร้างทั้ง ATP,  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  และ  $\text{O}_2$  ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าคลอโรพลาสต์นั้นจะได้รับ ADP และ Pi เท่านั้นหรือทั้ง  $\text{NADP}^+$ , ADP และ Pi อาจสรุปได้ว่า พืชจะให้  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  และ  $\text{O}_2$  เมื่อได้รับ  $\text{NADP}^+$

ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองใหม่ โดยเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ATP และ NADPH+H<sup>+</sup> ลงไปในสารละลายของคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากเซลล์ แต่ไม่ให้แสงสว่าง ผลปรากฏว่า มีน้ำตาลเกิดขึ้น



### คำถามชวนคิด

นักเรียนคิดว่าปัจจัยที่ใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลได้แก่สารใด

.....

.....

.....

จากการศึกษาของอาร์นอน ทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดแนวคิดที่ว่าขั้นตอนของการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจแยกออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. **ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction)** เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงเพื่อทำให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกสลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สออกซิเจน ATP และ NADPH+H<sup>+</sup>
2. **ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction)** เป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงและเป็นกระบวนการที่เกิดหลังปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงเพราะจะต้องรับ ATP และ NADPH+H<sup>+</sup> จากปฏิกิริยาที่ใช้แสงและคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ไม่ได้รับแสงก็เกิดน้ำตาลได้



เรามาช่วยกันสรุปข้อมูลกันดีกว่านะคะ



### แบบบันทึกข้อสรุป

เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

๑๑

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสง

ลำดับที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	แวน เฮลมอนท์			
2	โจเซฟ เปริสต์ลีย์			
3	อินเกิน ฮูซ			
4	นิโคลาส ซีโอดอร์ เดอ โซซูร์			
5	แวน นีล			
6	โรบิน ฮิลล์			

ลำดับที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
7	แดเนียล อาร์นอน			

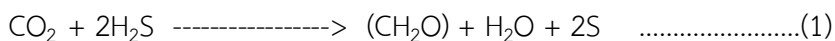
คำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

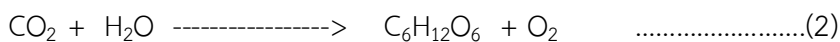
1. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไปนี้

สารสี



แสงสว่าง

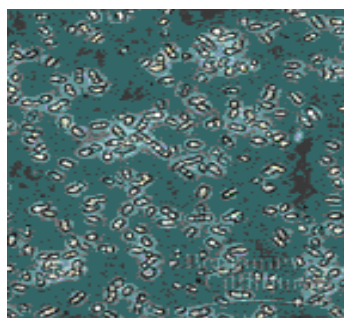
สารสี



แสงสว่าง



ภาพ ก



ภาพ ข

สิ่งมีชีวิตในภาพ ก มีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงตรงกับปฏิกิริยาใด .....

สิ่งมีชีวิตในภาพ ข มีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงตรงกับปฏิกิริยาใด .....

(ทักษะการจำแนกแยกแยะ)

2. จากปฏิกิริยา (1) และปฏิกิริยา (2) ในข้อ 1 ให้นักเรียนเปรียบเทียบวัตถุดิบที่ใช้และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

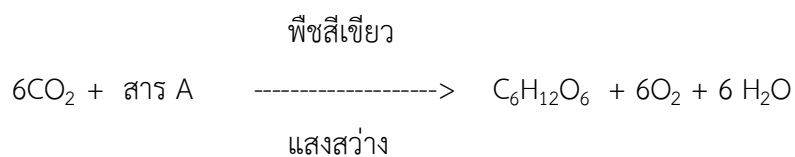
(ทักษะการเปรียบเทียบ)

.....

.....



3. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง



สาร A น่าจะเป็นสารใด (ทักษะการเห็นความสัมพันธ์)

.....

.....

.....

4. จากปฏิกิริยาในข้อ 3 ถ้าหากขาดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดน้ำตาลขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด (ทักษะการให้เหตุผล)

.....

.....

.....



เยี่ยมมากค่ะ ไม่ยากเลยใช่ไหมคะ....ต่อไป  
มาลองทำแบบฝึกกิจกรรมกันดีกว่าค่ะ



3. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ตั้งปฏิกิริยาข้างล่าง ไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด

$$\text{คลอโรพลาสต์} + \text{น้ำ} + \text{เกลือเฟอริก} \xrightarrow{\text{แสง}} \text{เกลือเฟอร์รัส} + \text{ออกซิเจน}$$

.....

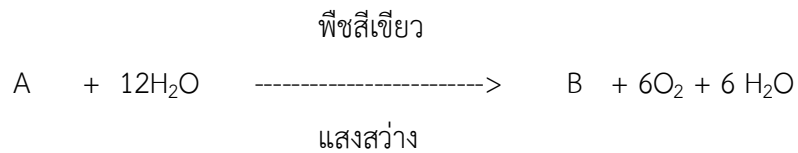
.....

4. โดยอาศัยข้อมูลเท่าที่ได้จากการทดลองของพริสต์ลีย์ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

5. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง



A และ B หมายถึงสารใดตามลำดับ และถ้าขาด A จะสามารถเกิด B ขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด  
(5 คะแนน)

- 1 ..... น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
- 2 ..... พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส  $\text{CO}_2$  เป็นสารอาหารและ แก๊ส  $\text{O}_2$  ได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม
- 3 ..... แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้และแก๊สที่เกิดจากการหายใจออกของสัตว์เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน  
ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และใช้ในการหายใจของสัตว์ก็เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน
- 4 ..... แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ )
- 5 ..... แก๊สออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์
- 6 ..... เมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรีดิวซ์อิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้โดยไม่ต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์
- 7 ..... พืชจะให้  $\text{NADPH}+\text{H}^+$  และแก๊ส  $\text{O}_2$  เมื่อได้รับ แก๊ส  $\text{CO}_2$
- 8 ..... ปัจจัยในการสังเคราะห์น้ำตาล คือ  $\text{ATP}$  ,  $\text{NADPH}+\text{H}^+$  และ  $\text{PGA}$
- 9 ..... เมื่อสารสีได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรีดิวซ์อิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้
- 10 ..... ถ้าทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีเกลือเฟอร์ริกและคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากผักโขม ปรากฏว่า เกลือเฟอร์ริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัสและมีออกซิเจนเกิดขึ้น

## แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ หน่วย การสังเคราะห์ด้วยแสง  
**ชุดที่ 1 เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง**  
**ข้อสอบ 10 ข้อ เวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน**  
**คำสั่ง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยา



- ก. ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยน้ำ
- ข. ปฏิกิริยานี้จะขาดคลอโรพลาสต์ไม่ได้
- ค. เกลือเฟอริกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์
- ง. ถ้าปฏิกิริยานี้ขาดแสงผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเหมือนเดิม

2. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยาในข้อ 1 พบว่าไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด

- ก. การถ่ายโอนอิเล็กตรอน
- ข. การแตกตัวของโมเลกุลของน้ำ
- ค. การแตกตัวของคลอโรพลาสต์
- ง. การสลายโมเลกุลของคลอโรฟิลล์

3. จากสมการ  $\text{CO}_2 + \text{ATP} + \text{NADPH} + \text{H}^+ + \text{คลอโรพลาสต์} \text{ -----> } \text{น้ำตาล} + \text{ADP}$

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. น้ำตาลเกิดจาก ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$
- ข. ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยแสงจึงจะเกิดน้ำตาล
- ค. น้ำตาลสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยคลอโรพลาสต์
- ง.  $\text{CO}_2$  ATP  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  จำเป็นสำหรับการสร้างน้ำตาล

4. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ก. แก๊สออกซิเจนจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสงเท่านั้น
  - ข. แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ )
  - ค. พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส  $CO_2$  เป็นสารอาหารได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม
  - ง. ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์
5. เราจะสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีใดว่าหลังจากการสังเคราะห์ด้วยแสง 5 วินาที จะมี PGA เกิดขึ้น
- ก. ยับยั้งการเกิดโฟโตไลซิส
  - ข. ใช้  $H_2O$  ที่ประกอบด้วย  $^{18}O$
  - ค. ใช้  $CO_2$  ที่ประกอบด้วย  $C^{14}$
  - ง. ยับยั้งกระบวนการ  $CO_2$  - fixation
6. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถือว่ามีเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
- ก. พลังงานแสงเป็นพลังงานกล
  - ข. พลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
  - ค. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี
  - ง. พลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน
7. สารใดที่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ก. น้ำตาลและออกซิเจน
  - ข. ไนโตรเจนและออกซิเจน
  - ค. คลอโรฟิลล์และออกซิเจน
  - ง. น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์
8. กระบวนการในข้อใดเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ก. สลายสารที่มีพลังงานศักย์สูง
  - ข. ทำลายสารที่มีพลังงานศักย์ต่ำ
  - ค. สร้างสารที่มีพลังงานศักย์สูง
  - ง. สังเคราะห์สารที่มีพลังงานต่ำ

9. พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่คลอโรฟิลล์จับไว้จะถูกนำไปใช้อย่างไร

- ก. ใช้ในการสลายน้ำ
- ข. ใช้ในการสลาย ATP และกลูโคส
- ค. ใช้สลายคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
- ง. ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

10. ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีการใช้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบนักเรียนคิดว่าแบคทีเรียชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ ใช้วัตถุดิบอะไรในการสังเคราะห์ด้วยแสง

- ก. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับน้ำ
- ข. ไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่านั้น
- ค. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับกำมะถัน
- ง. ไฮโดรเจนซัลไฟด์กับคาร์บอนไดออกไซด์

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือครูวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว. 2551.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. 2536.
- ณิซชชน ชื่นชุมพวง. คู่มือเตรียมสอบชีววิทยา ม. 4-5-6 Entrance. กรุงเทพฯ : บริษัท ไอ.คิว. บุ๊คเซนเตอร์ จำกัด. 2541.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด. 2548.
- พัชรี พิพัฒน์วรกุล. รวมหลักชีววิทยาม.ปลาย เล่ม 2 (ฉบับสมบูรณ์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์. 2543.
- ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์พฤษศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน. 2546.
- ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์วิทยาศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 5. (แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน. 2551.
- Moore, R. and G.B. Begonia. 1995. Leaf photosynthesis, biomass and yield responses of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to foliar methanol applications. New York, April 20 - 22, 1995.