



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง รหัสวิชา ว32242 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ฝึกปฏิบัติ เพิ่มพูนความรู้ ทักษะการอ่าน การคิดวิเคราะห์ การเขียนสื่อสาร การแก้ปัญหา การแปลความ จากข้อมูล การลงข้อสรุปและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ชุดกิจกรรมนี้ได้เริ่มจัดทำขึ้นเนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากในชั้นเรียน มีความแตกต่างระหว่างบุคคลและขาดทักษะการแก้ปัญหา ขาดการพัฒนาโน้มนำ โดยเฉพาะ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก ทำให้นักเรียน ขาดความสนใจในเนื้อหา แบบฝึกหัดและกิจกรรมไม่หลากหลาย ผู้จัดทำจึงได้สร้างสื่อวัตกรรมการ์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมด 7 ชุด สำหรับการใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชุดที่ 2 โครงสร้างของคลอโรพลาสต์ และสารสีในปฏิกิริยาแสง

ชุดที่ 3 ปฏิกิริยาแสง

ชุดที่ 4 ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

ชุดที่ 5 โฟโตเรสไพเรชัน

ชุดที่ 6 กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และ CAM

ชุดที่ 7 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ





คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน

1. ครูศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ และคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ แนะนำวิธีการใช้ชุดกิจกรรมที่ 1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้นักเรียนได้รับทราบ
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ครูตรวจแบบทดสอบและแจ้งผลคะแนน
4. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ในชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 ในชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
6. ให้นักเรียนรวบรวมใบกิจกรรมส่งครูผู้สอน ครูผู้สอนแลกเปลี่ยนใบกิจกรรมของแต่ละคน โดยนักเรียนตรวจคำตอบท้ายชุดกิจกรรม และบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที ครูตรวจและแจ้งผลคะแนน
8. ครูผู้สอนควรให้กำลังใจนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและทำการวิเคราะห์ผลการประเมิน นักเรียนจะต้องได้คะแนนในแต่ละใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนในระดับดีขึ้น





คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. นักเรียนรับฟังคำชี้แจงเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากครูผู้สอน
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที
3. นักเรียนศึกษาใบความรู้ ในชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.1, 1.2 และ 1.3 ในชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. รวบรวมใบกิจกรรมส่งครูผู้สอน เพื่อตรวจคำตอบท้ายชุดกิจกรรมและบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที
7. ในขณะที่ทำกิจกรรมไม่คุยหรือหยอกล้อ หรือปรึกษากันด้วยเสียงดังจนเกินไป เพราะเป็นการรบกวนสมาธิของเพื่อนในชั้นเรียน
8. ช่วยกันเก็บเอกสารและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้เรียบร้อย หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในชั่วโมงนั้นแล้ว





การสังเคราะห์ด้วยแสง คือกระบวนการที่พืชเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี เพื่อสร้างสารชีวโมเลกุลต่างๆ นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นเวลานาน ผลจากการค้นคว้านี้ทำให้มีข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้นตามลำดับ



สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง ทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษาการสังเคราะห์แสง



ความรู้ความเข้าใจ K (Knowledge)	ทักษะ/กระบวนการ P (Practice)	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ A (Attitude)
1. สามารถสรุปผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตจนถึงปัจจุบันเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ 2. สามารถอธิบายวิธีการทดลองของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนได้	1. มีทักษะในการเรียงลำดับขั้นตอนการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ตามลำดับเวลาได้	1. มีวินัยในชั้นเรียน 2. มีความใฝ่รู้ในการศึกษาบทเรียน 3. มีความมุ่งมั่นในการเรียน 4. มีจิตสาธารณะในชั้นเรียน





แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำชี้แจง



1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ 30 คะแนน แต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
 - 1.1 ส่วนแรกเป็นแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบข้อที่เลือกตอบ
 - 1.2 ส่วนที่สองเป็นการอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบ
 2. ในแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวพร้อมอธิบายเหตุผลในการตอบให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ ดังตัวอย่างในการตอบข้อที่ 16
- ตัวอย่างข้อที่ 16** ความสัมพันธ์ใดถูกต้อง และเพราะเหตุใด
1. คาร์บอนไดออกไซด์-ปฏิกิริยาแสง
 2. น้ำ-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
 3. แก๊สออกซิเจน-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
 4. น้ำตาลกลูโคส-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
- เหตุผล :** เนื่องจาก น้ำตาลกลูโคสเป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จึงมีความสัมพันธ์กันถูกต้อง
3. ให้เวลานักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 20 นาที
 4. ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบสมบูรณ์ทุกข้อ และทำอย่างตั้งใจจริง
 5. ผลการสอบของนักเรียนจะใช้เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

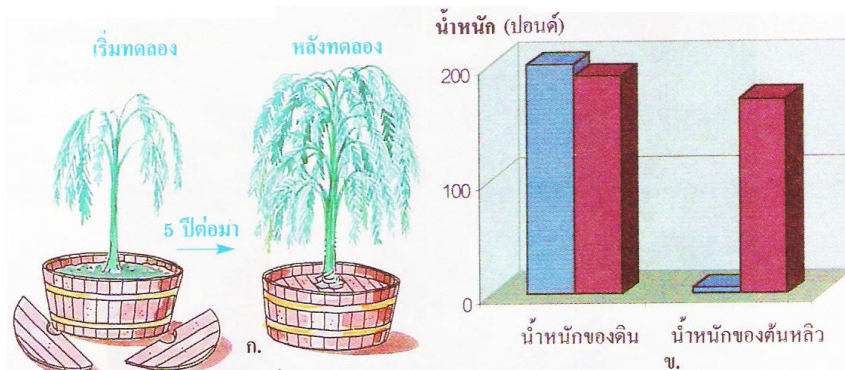
เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อมีดังนี้

- คำตอบถูกต้องและสมบูรณ์	ได้	3	คะแนน
- คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ได้	2	คะแนน
- คำตอบที่มีบางส่วนถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนบางส่วน	ได้	1	คะแนน
- คำตอบคลาดเคลื่อนทั้งหมด	ได้	0	คะแนน
- ไม่ทำแบบทดสอบ	ได้	0	คะแนน





จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 1-6



1. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของใคร

ก. โจเซฟ ปริสต์ลีย์

ข. ฌอง แบปติสท์ แวน เฮลมอนท์

ค. แจน อินเก็น ฮูซ

ง. นิโคลาส ซีโอดอร์ เดอ โซซูร์

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

2. ข้อใดเป็นข้อสันนิษฐานว่าการทดลองครั้งนี้เหตุใดจึงไม่ใช้กระถางปลูกต้นไม้ทั่วไป

ก. มีฝาปิดปากถังได้พอดี

ข. ไม่รู้ว่าจะใช้กระถางอะไรที่มีขนาดใหญ่โตกว่านี้

ค. ต้องการดินในปริมาณมากพอที่จะปลูกในเวลายาวนาน

ง. เป็นไปได้ทั้ง ก ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

3. จากการทดลองนี้ผู้ทดลองสรุปได้ว่า น้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มนั้นมาจากข้อใด

ก. น้ำ

ข. ดิน

ค. อากาศ

ง. ทั้ง ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

4. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจากข้อใด

ก. น้ำที่ไ้รด

ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย

ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. จากแร่ธาตุในดิน

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

5. เหตุใดการทดลองนี้จึงต้องปิดฝาดินที่ทดลองปลูกต้นหลิว

ก. เพื่อไม่ให้ไหลไปกับน้ำที่รด

ข. เพื่อไม่ให้แร่ธาตุจากที่อื่นเข้ามาเพิ่ม

ค. เพื่อไม่ให้ใบหลิวร่วงหล่นลงสะสมที่โคนต้น

ง. เพื่อไม่ให้น้ำหนักดินบางส่วนหายไปจากสาเหตุต่าง ๆ

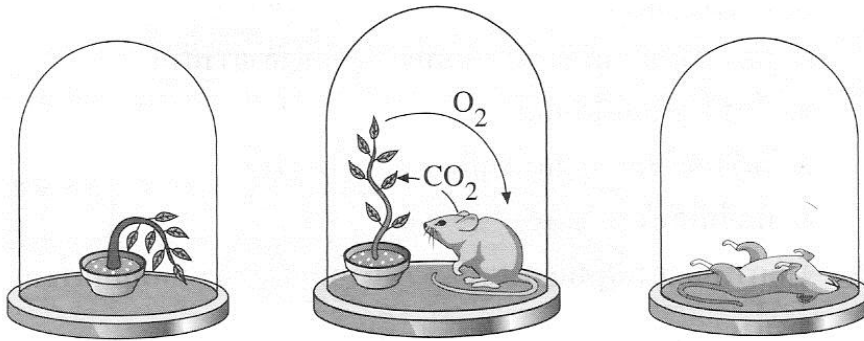
นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....



6. เหตุใด แวน เฮลมองท์ จึงใช้น้ำฝนรดอย่างเดียวตลอดเวลา 5 ปี
- เพื่อกันแร่ธาตุจากน้ำลงไปสู่ดิน
 - เพื่อพืชได้น้ำบริสุทธิ์จะได้โตอย่างรวดเร็ว
 - เพื่อกันไม่ให้พืชตาย เพราะความสกปรกในน้ำ
 - เพื่อให้แน่นอนว่าน้ำฝนไม่มีแร่ธาตุมากบ้างน้อยบ้างลงไปปะปน

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

จากแผนภาพตอบคำถามข้อ 7-8



7. การทดลองตามภาพนี้เป็นการทดลองของใคร

- | | |
|----------------|-------------|
| ก. 프리สทลีย์ | ข. เฮลมองท์ |
| ค. อินเกิน ฮูซ | ง. โชชูร์ |

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

8. ผลการทดลองนี้สรุปได้ตามข้อใด

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ | ข. พืชสร้างออกซิเจน |
| ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน | ง. ถูกทั้ง ก , ข , ค |

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

9. อินเกิน ฮูซ สามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองของฟรีสทลีย์จะได้ผลเมื่อพืชนั้น ได้รับปัจจัยใดเพิ่มขึ้น

- | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------|
| ก. แสงสว่าง | ข. สารอินทรีย์ | ค. น้ำ | ง. แร่ธาตุ |
|-------------|----------------|--------|------------|

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

10. จากการสังเกตดูตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งจะเห็นฟองแก๊สเกาะอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชเหล่านั้น เมื่อฟองแก๊สมีขนาดใหญ่ขึ้นมากก็จะผุดขึ้นมา แก๊สที่ผุดขึ้นมาคือ

- | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ก. CO_2 | ข. O_2 | ค. N_2 | ง. NH_3 |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....



ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ในระบบนิเวศพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต (Producer) จึงเป็นตัวเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งอาศัยคลอโรฟิลล์ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และแสง เป็นปัจจัยสำคัญ ดังที่ได้เรียนรู้มาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแล้วนั้น ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ก็ยังทำการค้นคว้าศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มพูนความรู้มากขึ้นเรื่อย ๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอน และปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น

การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

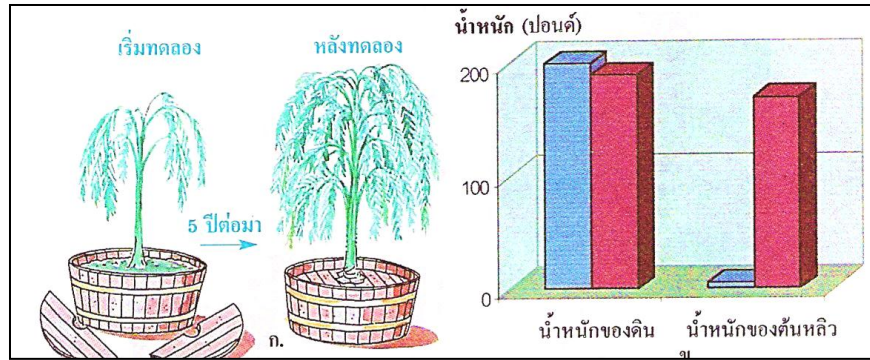
1. ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมอนท์ (Jean Baptiste Van Helmont) นักวิทยาศาสตร์ ชาวเบลเยียม (มีชีวิตระหว่าง พ.ศ. 2120 -2187) ตีพิมพ์ออกมาแสดงถึงการทดลองที่ใช้ระยะเวลานาน ที่นักเรียนอาจเห็นว่าเป็นการทดลองง่าย ๆ แต่นักเรียนต้องตระหนักว่า สมัยนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองไม่สามารถเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในสมัยนี้ได้ ยิ่งปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทอย่างมาก ในกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วยแล้ว การสังเกตผลการทดลองในสมัยโบราณอาจเป็นของเด็กเล่นไป แต่หากไม่มีการทดลองเหล่านั้นแล้ว คอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบันก็คงไม่เกิดขึ้นเช่นกัน

การทดลองนั้นเริ่มจากปลูกต้นหลิวน้ำหนัก 5 ปอนด์ ในถังไม้ใบใหญ่ที่มีดินหนัก 200 ปอนด์ ซึ่งทำให้แห้งสนิทในตูบแล้ว ใช้น้ำฝนใส่ดินให้ชื้นอยู่เสมอ และไม่ใส่อะไรเพิ่มลงไปอีกเลย เพื่อไม่ให้ฝนเข้าไปในถังจึงปิดฝา ให้มีเพียงรูเดียวสำหรับต้นหลิวโผล่ขึ้นมา

หลังจากนั้น 5 ปี เอาต้นหลิวไปชั่ง ได้น้ำหนัก 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ ส่วนดินเมื่อเอามาอบแห้งแล้ว ชั่ง ได้น้ำหนัก 199 ปอนด์ 14 ออนซ์

จะเห็นว่าน้ำหนักดินใน 5 ปี หายไปเพียง 2 ออนซ์ ในขณะที่ภายใน 5 ปี น้ำหนักต้นหลิวเพิ่มขึ้น 164 ปอนด์ ซึ่งเฮลมอนท์ สรุปว่า น้ำหนัก 164 ปอนด์ที่ประกอบด้วยเนื้อไม้ เปลือกไม้ และรากเกิดจากน้ำที่ใช้รดต้นหลิวเท่านั้น

นอกจากการสรุปที่สมเหตุสมผลของ แวน เฮลมอนท์ แล้วนักเรียนคงเห็นความเป็นนักวิทยาศาสตร์ของ แวน เฮลมอนท์ จากการควบคุมการทดลองในแง่อื่นอีก (นอกจากควบคุมมิให้สิ่งอื่น ๆ ตกลงไปเพิ่มในดินที่ทดลอง โดยการปิดฝาให้มิดชิดแล้วเจาะเฉพาะรูที่ให้ต้นหลิวโผล่ขึ้นมาเท่านั้น) เช่น การอบให้ดินแห้งก่อนและหลังการทดลองเพื่อควบคุมเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินไม่ให้มาเกี่ยวข้อง หรือการรดต้นหลิว ด้วยน้ำฝนหรือน้ำกลั่น ไม่ใช้น้ำจากบ่อหรือสระ ซึ่งอาจมีแร่ธาตุต่าง ๆ ปะปนอยู่ด้วย

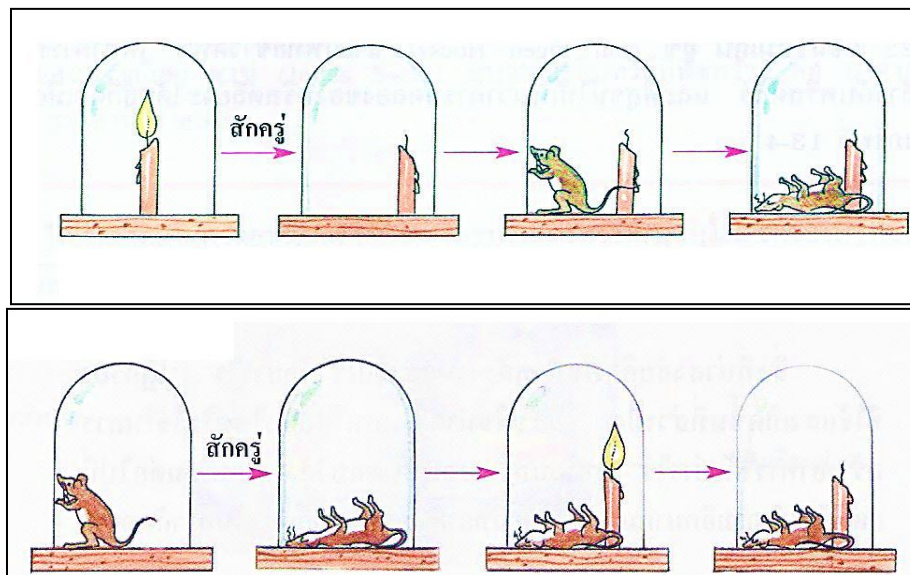


รูปที่ 1 แสดงถึงการเจริญของต้นหลิวที่ แวน เฮลมอนท์ ปลุกเป็นเวลา 5 ปี
สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>

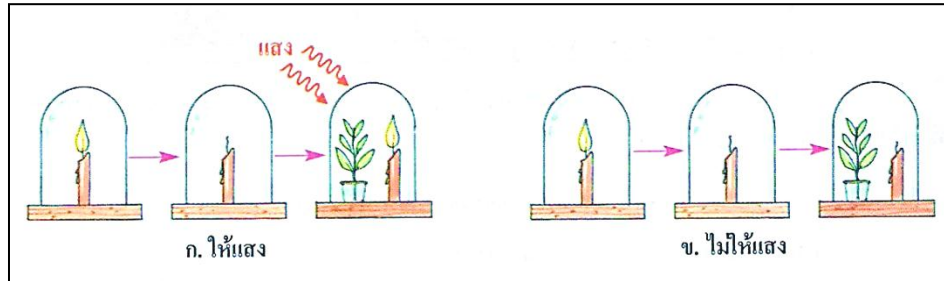
2. โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (มีชีวิตอยู่ระหว่าง พ.ศ. 2276 -2347) ได้พิมพ์เผยแพร่ผลงานของเขาเกี่ยวกับการทดลองแก๊สบางชนิด

การทดลองที่ 1 ทำการจุดเทียนไขแล้วใช้ครอบแก้วครอบไว้ ปรากฏว่า เทียนไขนั้นจะดับ เช่นเดียวกับการใช้ครอบแก้วครอบหนูเป็น ๆ ทั้งไว้สักครู่ หนูจะตาย และหากใช้เทียนไขไปใส่ไว้ในครอบแก้วครอบจนหนูตายไปแล้ว โดยไม่ให้เกิดสภาวะในครอบแก้วเดิมเปลี่ยนไป แล้วจุดเทียนไข เทียนไขจะดับ หรือการแบ่งแก๊สในครอบแก้วที่หนูตายไปแล้ว ออกเป็น 2 ส่วน แล้วจุดเทียนไข ปรากฏว่าเทียนไขจะดับในทันที (ทั้งนี้โดยการแบ่งแก๊สหรือใส่เทียนไขผ่านน้ำเพื่อไม่ให้เกิดสภาวะในครอบแก้วเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการจุดเทียนไขใช้เลนส์นูนจุดรวมแสง)



รูปที่ 2 การทดลองของพริสต์ลีย์เกี่ยวกับอากาศเสีย
สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>



รูปที่ 4 การทดลองของ แจน อินเกิน ฮูซ

สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>

ในปี พ.ศ. 2325 (ค.ศ. 1782) ฌอง ซีเนียร์ (Jean Senebier) ได้แสดงให้เห็นว่า พืชสีเขียวจะสร้างอากาศดี ก็ต่อเมื่อมีอากาศเสียหรือคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ด้วยเท่านั้น อากาศเสียจะสร้างขึ้นโดยสัตว์และพืชที่อยู่ในที่มืด ซึ่งจะไปกระตุ้นให้พืชสร้างอากาศดีหรือออกซิเจนในที่ที่มีแสง

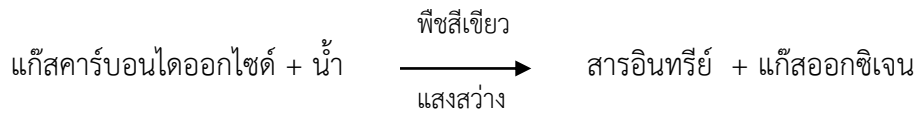
ในช่วงนั้นความรู้ทางเคมีเจริญรวดเร็วจนกระทั่งสามารถพิสูจน์ได้ว่า แก๊สที่เกิดจากการหายใจและการเผาไหม้เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน เรียกว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สที่ใช้ในการหายใจ และช่วยในการลุกไหม้ คือ แก๊สออกซิเจน ดังนั้น พืชจึงสามารถเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแก๊สออกซิเจนได้หากมีแสงสว่าง แต่ยังไม่มีความรู้ในสมัยนั้นที่จะทราบว่าพืชทำอะไรจึงเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแก๊สออกซิเจน

หลังจากนั้นการทดลองของแจนอินเกินฮูซ 17 ปี คือ ในปี พ.ศ. 2339 (ค.ศ.1796) ฮูซ พบว่า พืชไม่เพียงแต่เป็นตัวเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแก๊สออกซิเจนเท่านั้น แต่ยังสามารถสร้างสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ และปล่อยออกซิเจนออกมา ซึ่งงานของฮูซ มีผู้ศึกษาต่อ คือ เดอ โซซูร์ ในปี พ.ศ. 2347

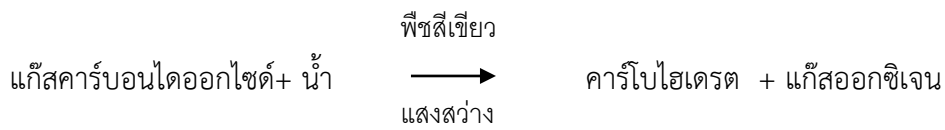
ช่วงนี้จึงสรุปแผนผังการสร้างอาหารของพืชได้ดังนี้



4. การทดลองของนิโคลาส ทีโอดอร์ เดอ โซซูร์ ถัดมาอีก 8 ปี คือในปี พ.ศ. 2347 (ค.ศ. 1804) นักพฤกษศาสตร์ ชาวสวิส ชื่อ นิโคลาส ทีโอดอร์ โซซูร์ (Nicolas Theodore de Saussure) ได้พบว่า น้ำหนักพืชที่เพิ่มขึ้นนั้นมากกว่าน้ำหนักของน้ำที่พืชได้รับ เขาจึงสรุปว่า น้ำหนักที่เกินไปนี้เป็นน้ำหนักแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชได้รับ แผนผังการสร้างอาหารพืชจึงมีการเปลี่ยนแปลงเป็น



ในช่วงเวลาต่อมาจึงมีการวิเคราะห์สารอินทรีย์ที่ได้ด้วยกระบวนการทางเคมี จึงพบว่าสารอินทรีย์ที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชนั้น คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งในพืชที่ทดลองและทดสอบได้ง่าย ๆ ก็คือ แป้ง ดังนั้น แผนผังการสร้างอาหารของพืชจึงเปลี่ยนแปลงไปดังนี้



5. ในปี พ.ศ. 2405 (ค.ศ. 1862) จูเลียส ซาซ (Julius Sachs) พบว่าคาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างขึ้นคือน้ำตาล ใช้สูตรน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือน้ำตาลกลูโคส ซึ่งมีสูตร $C_6H_{12}O_6$ แทนคาร์โบไฮเดรต สมการสร้างอาหารของพืชจึงเป็น

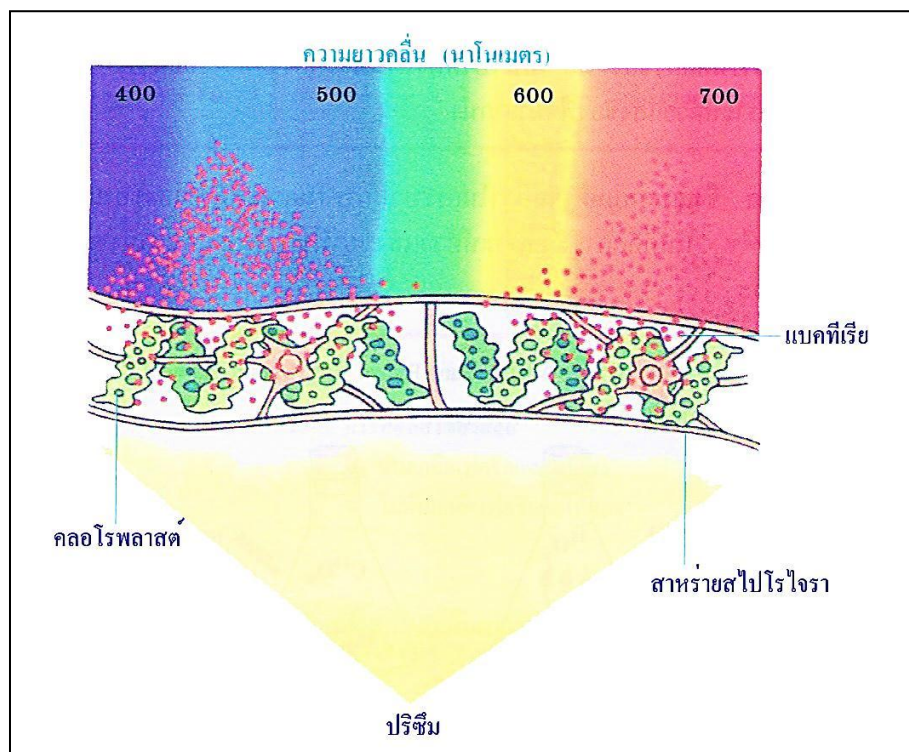


พืชใช้น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสร้างอาหารนี้ ไปสร้างสารประกอบคาร์โบไฮเดรตรูปอื่น ๆ รวมทั้งสารอาหารอื่นๆ อีกด้วย เช่น ไขมัน โปรตีน จึงเรียกกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต ของพืชโดยใช้แสงนี้ว่า การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)

หลายปีต่อมา เมื่อได้นำเอาสารประกอบที่พืชสร้างขึ้นมา จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาหาปริมาณพลังงานที่แฝงอยู่ แล้วพบว่าพลังงานที่มีอยู่ในอาหารซึ่งพืชสร้างขึ้นนั้นมีมากกว่าพลังงานที่มีอยู่ในคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทั้ง ๆ ที่พลังงานนั้นไม่มีการเกิดใหม่ ไม่มีการสูญหาย เพียงแต่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานแสง จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี และสิ่งจำเป็นที่สุดที่พืชจะต้องใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสงสว่าง และผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ออกซิเจน คาร์โบไฮเดรต



6. ในปี พ.ศ. 2426 (ค.ศ. 1883) เองเกลมันน์ (T.W.Engelmann) นักชีววิทยาชาวเยอรมัน ได้ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสง ในสาหร่ายสีเขียวสไปโรไจรา *Spirogyra* ซึ่งเป็นสาหร่ายสายยาวคล้ายริบบิ้น ภายในแต่ละเซลล์ของสาหร่ายมีคลอโรพลาสต์เป็นเกลียว เขานำสาหร่ายใส่ในหยดน้ำที่มีแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic bacteria) แล้วใช้ปริซึมแยกแสงที่ส่องเข้ามา ให้แยกออกเป็นสเปกตรัมของแสงสีต่าง ๆ และส่องเข้าไปในสาหร่ายทำให้คลอโรพลาสต์ของสาหร่ายได้รับแสงสีต่าง ๆ กัน ตามสเปกตรัม เมื่อนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นแบคทีเรียมารวมกลุ่มอยู่รอบๆ คลอโรพลาสต์ตรงบริเวณที่ได้รับแสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน เขาจึงสรุปว่าแสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินให้ผลดีที่สุดในการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะบริเวณที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากจะให้ออกซิเจนออกมามาก แบคทีเรียจึงมารวมกลุ่มกันมาก



รูปที่ 5 แสดงการทดลองของเองเกลมันน์ จะพบว่า แบคทีเรียไปรวมกลุ่มกันรอบคลอโรพลาสต์ที่ได้แสงสีน้ำเงินและสีแดง สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558
ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>

7. การทดลองของ แวนนีล

ในช่วงเวลานี้ นักชีววิทยาส่วนใหญ่ยังยอมรับความคิดของ อิน เก็นฮูซที่ว่า ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากคาร์บอนไดออกไซด์ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) แวนนีล (Van Niel) นักศึกษาที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด สหรัฐอเมริกา พบว่า แบคทีเรียบาง สปีชีส์ สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แทนแล้วได้ซัลเฟอร์แทนที่จะเป็นออกซิเจน ดังนั้นสารที่สลายตัว



ในช่วงใช้แสงจึงเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไม่ใช่คาร์บอนไดออกไซด์ แล้วได้ไฮโดรเจนกับกำมะถัน ต่อมาไฮโดรเจนเข้ามาทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตและกำมะถัน ดังสมการ



ซึ่งแวนนีลเปรียบเทียบกับ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้วน่าจะคล้าย ๆ กัน คือ แสงสว่างน่าจะทำให้โมเลกุลของน้ำแตกตัวได้ออกซิเจนอิสระ ดังสมการ



จากการทดลองของแวนนีล ซึ่งสรุปว่า ออกซิเจนที่พืชสร้างได้มาจากน้ำ ไม่ใช่ได้จากคาร์บอนไดออกไซด์ นั้นได้รับการพิสูจน์ในปี พ.ศ. 2484 (ค.ศ. 1941) โดยแซมวอล รูเบนและมาร์ติน คาเมน (Samuel Ruben and Martin Kamen)

หากเป็นเช่นนั้นจริง ๆ แล้ว กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงน่าจะแยกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ช่วงใช้แสง แยกน้ำให้ออกซิเจน ส่วนอีกช่วงหนึ่งเป็นช่วงไม่ใช้แสงสร้างคาร์โบไฮเดรตขึ้นมา

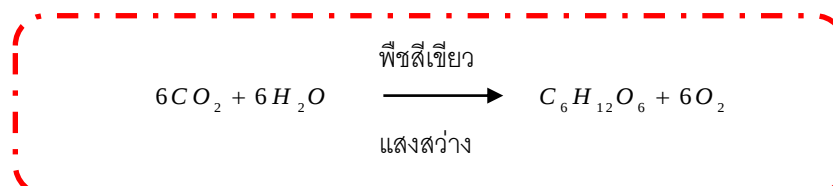
ไฮโดรเจนที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำจะถูกนำไปใช้สร้างคาร์โบไฮเดรต น้ำจึงเป็นตัวให้ไฮโดรเจน ขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับไฮโดรเจน

สรุปได้ว่า ในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงนั้นให้ไฮโดรเจนและไฮโดรเจนเข้าร่วมกับปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง ทำให้ได้คาร์โบไฮเดรต

จนกระทั่งยุคต่อมาพบว่า ถึงแม้แวนนีลตั้งสมมติฐานว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชคล้ายคลึงกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของแบคทีเรียบางชนิดนั้น ความจริงมิได้เหมือนกันทุกประการ มีเพียงช่วงใช้แสง และไม่ใช้แสงเท่านั้นที่เหมือนกัน แต่ขั้นตอนต่าง ๆ รวมทั้งขั้นตอนต่าง ๆ ที่พลังงานแสงเข้าไปทำปฏิกิริยานั้นมีอีกหลายขั้นตอนและเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์

การสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้เกิดแก๊สออกซิเจนได้อย่างไร

โดยปกติแล้วสมการที่ใช้กับการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ

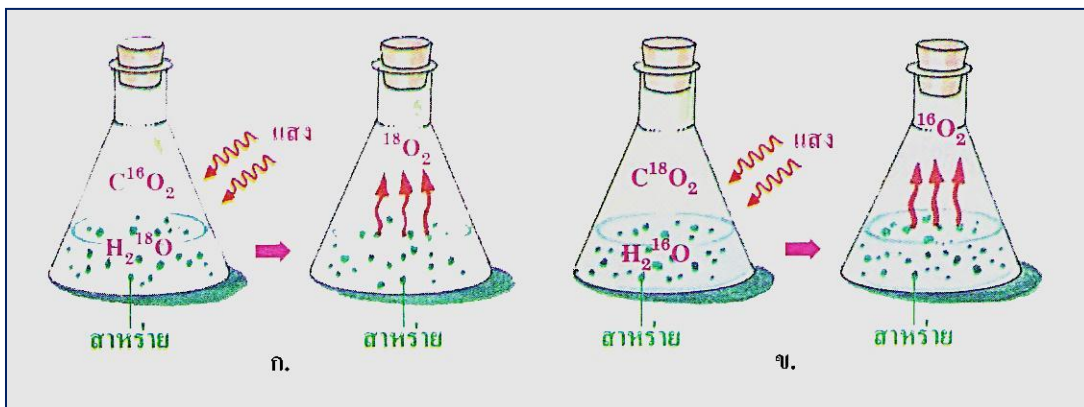




สำหรับธาตุคาร์บอนกับไฮโดรเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตนั้น มาจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำนั่นเอง ส่วนแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปัญหามาจากคาร์บอนไดออกไซด์หรือน้ำ หรือว่ามาจากทั้งน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

8. ปี พ.ศ. 2484 (ค.ศ. 1941) แซมูเอล รูเบน และมาร์ติน คาเมน (Samuel Ruben and Martin Kamen) ทำการทดลองเพื่อหาคำตอบสำหรับคำถามนี้ โดยใช้ขวดแก้ว 2 ใบ ใส่สาหร่ายสีเขียว Chlorella ลงไปในขวดทั้งสอง ให้มีปริมาณเท่ากัน แต่สำหรับการใส่น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้นใช้ต่างกัน คือ

ขวดแรกใส่คาร์บอนไดออกไซด์ธรรมดา แต่ใช้น้ำซึ่งมีออกซิเจนเป็นสารกัมมันตรังสี (^{18}O) คือน้ำที่มีสูตร H_2^{18}O ขวดที่สองใส่คาร์บอนไดออกไซด์ ชนิด C^{18}O_2 แต่ใส่น้ำธรรมดา ดังภาพ



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงการทดลองเพื่อหาที่มาของแก๊สออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง
 สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>

เมื่อนำขวดทั้งสองไปตั้งรับแสง ทั้งสองขวดจะมีแก๊สออกซิเจนออกมา แต่เมื่อนำแก๊สออกซิเจนไปตรวจสอบปรากฏว่ามีแก๊สออกซิเจนจากขวดแรกเท่านั้นที่เป็น ^{18}O ส่วนแก๊สออกซิเจนจากขวดที่สองเป็นออกซิเจนธรรมดา จึงสรุปได้ว่า แก๊สออกซิเจนอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นออกซิเจนที่ได้จากน้ำ

แต่ถ้าสมมติว่าตรวจพบว่าแก๊สออกซิเจนที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในขวดที่สองเท่านั้นที่เป็น ^{18}O หมายความว่า แก๊สออกซิเจนอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากคาร์บอนไดออกไซด์

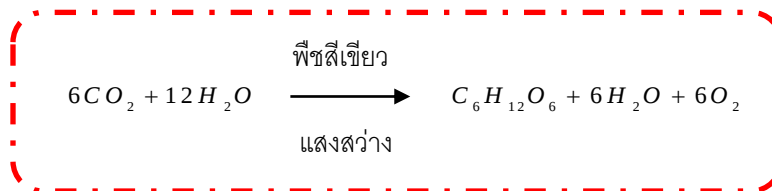
และถ้าสมมติว่าแก๊สออกซิเจนอิสระที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทั้งสองขวดเป็น ^{18}O หมายความว่า แก๊สออกซิเจนนั้นได้มาจากทั้งน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์



แต่จากที่นักวิทยาศาสตร์ทดลองแล้วพบว่า ^{18}O มาจากน้ำเท่านั้น หากเขียนสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงดูใหม่อีกครั้ง



จะเห็นว่า อะตอมของออกซิเจนในน้ำมีจำนวนเพียง 6 อะตอม แต่ออกซิเจนที่เกิดอิสระจากการสังเคราะห์ด้วยแสงมีถึง 12 อะตอม ดังนั้นออกซิเจนอิสระ 6 อะตอมได้มาจากไหน ในการศึกษาระยะหลังพบว่าในการสังเคราะห์ด้วยแสงมีน้ำเกิดขึ้นด้วย ดังนั้น สมการของการสังเคราะห์ด้วยแสงในทางชีววิทยาจึงต้องเปลี่ยนใหม่เป็น



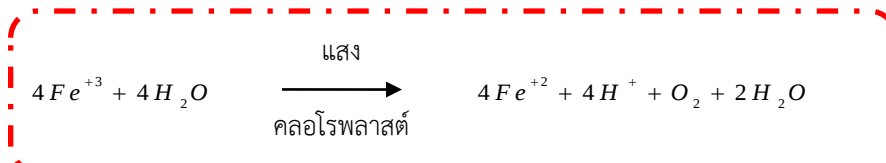
จากสมการนี้จะเห็นได้ว่าจากน้ำ 12 โมเลกุล ซึ่งมีออกซิเจนอยู่ 12 อะตอม ให้ออกซิเจนอิสระออกมา 12 อะตอมเช่นกัน

ในระยะแรก ๆ ที่ทดลองเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืช นักวิทยาศาสตร์ ทราบแต่เพียงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นต้องใช้แสง มีคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นวัตถุดิบ โดยมีคลอโรฟิลล์ในพืชเป็นตัวเปลี่ยนให้ได้คาร์โบไฮเดรตและออกซิเจนออกมา แต่ไม่ทราบว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นนั้นเป็นอย่างไร และแสงสว่างกับคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่อะไร

9. โรบิน ฮิลล์ เมื่อ พ.ศ. 2475 (ค.ศ. 1932) โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill) ทำการทดลอง ฉายแสงเข้าไปในของผสม ซึ่งมีคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากใบของพืชพวักโซม โดยเติมเกลียวเฟอริกเข้าไปด้วย พบว่าเกลียวเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลียวเฟอร์รัส รวมทั้งเกิดออกซิเจนด้วย ดังแผนภาพ

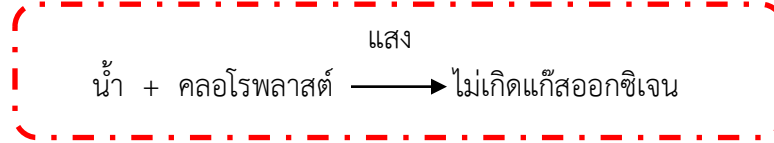


ซึ่งพอจะเขียนเป็นสมการซึ่งเรียกกันว่า ปฏิกิริยาของฮิลล์ (Hill reaction) ได้ดังนี้





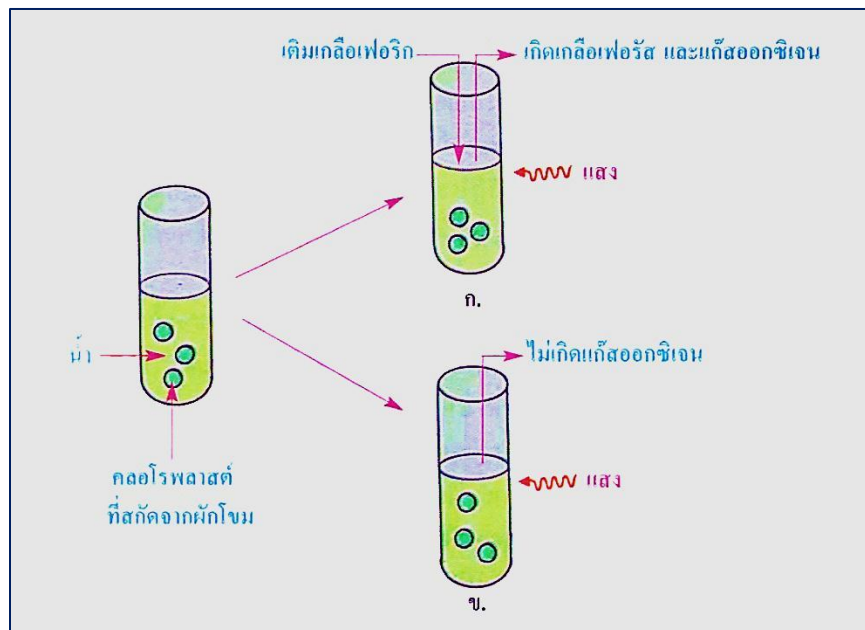
เปรียบเทียบกับ การฉายแสงผ่านเข้าไปในของผสมที่ไม่มีเกลียวเฟอร์ริกอยู่ด้วย จะไม่เกิดออกซิเจน ดังแผนภาพ



ผลของการเปรียบเทียบจากปฏิกิริยาทั้งสองนี้ แสดงว่าเกลียวเฟอร์ริกทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจน (Hydrogen acceptor , ไฮโดรเจนอะตอม (H) ยังแตกตัว ให้ H^+ แล e^-) พร้อมกับเกิดออกซิเจนในปฏิกิริยาดังนี้ ทั้งไฮโดรเจนและออกซิเจนที่เกิดขึ้นนั้นได้มาจากน้ำนั่นเอง ต่อมาได้ศึกษาทดลองจนพบว่า สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจน นั้น นอกจากเกลียวเฟอร์ริกแล้วยังมีสารอื่นอีก เช่น เมธิลีนบลู เฟอร์ริกไซยาไนด์ เป็นต้น

จากการค้นพบของฮิลล์ ทำให้ทราบว่าในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชนั้น มีตัวรับไฮโดรเจนอยู่ด้วย เพราะในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชให้ออกซิเจนออกมาตลอดเวลา

ในพืชสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจน คือ นิโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate) ซึ่งเขียนย่อ ๆ ได้ว่า $NADP^+$ เมื่อได้รับไฮโดรเจนแล้วกลายเป็น $NADPH + H^+$



รูปที่ 7 การทดลองของฮิลล์
สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

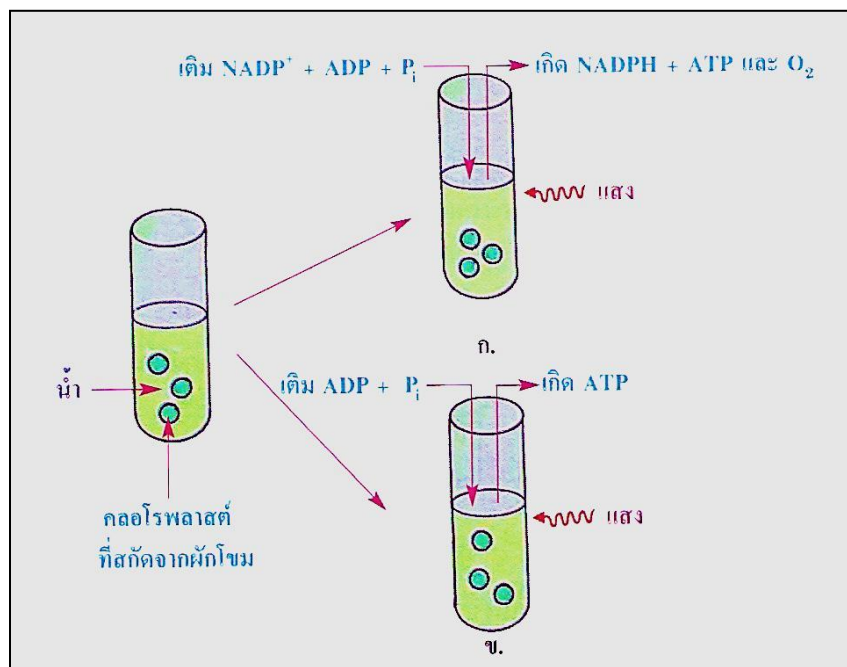
ที่มา : <http://nattinee36.exteen.com/page-7>



จากการทดลองของฮิลล์ สรุปได้ว่าเมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสง แล้วมีตัวรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนโดยไม่จำเป็นต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองของฮิลล์ทำให้เกิดความสนใจและตื่นตัวกันมาก เพราะในการทดลองมีเพียงคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ของพืชเท่านั้น ก็สามารถปล่อยออกซิเจนออกมาได้ การทดลองนี้จึงเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ให้แนวความคิดว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ ขั้นตอนการปล่อยแก๊สออกซิเจนกับขั้นตอนการเกี่ยวข้องกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

10. แดเนียล อาร์นอน ในปี พ.ศ. 2494 (ค.ศ. 1951) แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon) และคณะที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียแห่งเบิร์กลีย์ ทำการทดลองศึกษาตามผลงานของฮิลล์ อาร์นอนคิดว่าถ้าใช้ ADP, หมู่มฟอสเฟต, NADP^+ , CO_2 และแสงใส่ลงไปในคลอโรพลาสต์ที่สกัดมาได้ จนเกิดปฏิกิริยา สังเคราะห์ด้วยแสงควรได้น้ำตาลเกิดขึ้น

เมื่ออาร์นอนได้ทำการทดลองโดยควบคุมปัจจัยบางอย่างแล้ว สังเกตผลการทดลอง พบว่าหากให้สารต่าง ๆ ดังที่คิดไว้ ยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นจริง แต่ไม่มีการสร้างคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้น ดังแผนภาพ



รูปที่ 8 แผนภาพการทดลองของอาร์นอน เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้ CO_2

เดิม ADP , P_i , NADP^+ (ข) เดิม ADP , P_i

สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://www.cu.exteen.com>

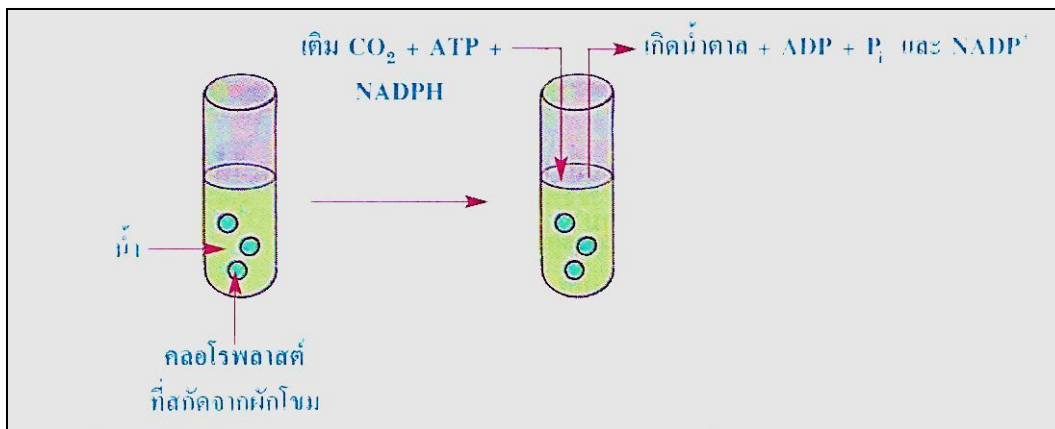


แต่เมื่ออาร์นอนได้ทำการทดลองต่อไปตามแผนภาพ ข. โดยเติม ADP + Pi ให้กับคลอโรพลาสต์ แต่ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์และ NADP⁺ พบว่าเกิดแต่ ATP อย่างเดียวเท่านั้น ดังแผนภาพ



จากผลการทดลองทั้งสองครั้งของอาร์นอน แสดงให้เห็นว่าในขณะที่มีแสง คลอโรพลาสต์สามารถสร้าง ATP เพียงอย่างเดียว หรือสามารถสร้างทั้ง ATP และ NADPH + H⁺ กับ O₂ ก็ได้ ขึ้นกับ NADP⁺ นั่นคือ ถ้ามี NADP⁺ ร่วมด้วยในปฏิกิริยา ก็จะได้ NADPH + H⁺ และ O₂

ต่อมา อาร์นอนได้ทำการทดลองตอนที่ 2 โดยเติม ATP , NADPH + H⁺ และคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปคลอโรพลาสต์ แต่ไม่ฉายแสงลงไป ปรากฏว่ามีน้ำตาลเกิดขึ้น ดังแผนภาพ



รูปที่ 9 แผนภาพการทดลองของอาร์นอน เมื่อเติมแก๊ส CO₂ , ATP , NADPH + H⁺ แต่ไม่ใช้แสง
สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558

ที่มา : <http://www.5e.platphys.net>





จากการทดลองของอาร์โนลในตอนที่ 2 นี้ คลอโรพลาสต์สามารถสร้างน้ำตาลได้โดยไม่ใช้แสง เพราะเติม ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$ ซึ่งปกติเกิดในปฏิกิริยาใช้แสงเข้าไปในปฏิกิริยาแล้ว แสดงให้เห็นว่า แสงเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในธรรมชาติเพื่อสร้าง ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$ สำหรับนำไปใช้สร้างน้ำตาลในช่วงที่ไม่ใช้แสงต่อไป

หลังจากอาร์โนลทดลองแล้ว นักวิทยาศาสตร์จึงมีความคิดว่าขั้นตอนการสังเคราะห์ด้วยแสงน่าจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (Light reaction) เป็นกระบวนการที่ต้องใช้แสง เพื่อให้ผ่านคลอโรพลาสต์แล้วเกิดการแยกน้ำ แล้วให้แก๊สออกซิเจน ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$

ปฏิกิริยาไม่ต้องใช้แสง (Dark reaction) ซึ่งเกิดหลังจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง เพราะต้องใช้ ATP , $\text{NADPH} + \text{H}^+$ ที่ได้มาจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง จากนั้นเมื่อได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ถึงแม้จะไม่ได้รับแสงก็สามารถสร้างน้ำตาลได้ แต่เกิดปัญหาคือขึ้นมว่ากระบวนการทั้ง 2 นี้ เกิดขึ้นที่ส่วนใดของพืช





กิจกรรมที่ 1.1 วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์แล้วบันทึกลงในตาราง
จำนวน 1 สถานการณ์ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการวิเคราะห์ปัญหา	คะแนน			
	4	2	1	0
แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas)	-	ระบุแนวความคิดต่อปัญหาจากสถานการณ์ได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ระบุแนวความคิดต่อปัญหาจากสถานการณ์ได้ถูกต้องแต่ ไม่สมบูรณ์	ระบุแนวความคิดต่อปัญหาจากสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง
ข้อเท็จจริงจากปัญหา(Facts)	-	ระบุข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ระบุข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ระบุข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues)	-	ระบุสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมจากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ระบุสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมจากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ระบุสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมจากสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
แผนการเรียนรู้(Action Plan)	สามารถวางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนตามลำดับได้ถูกต้องสมบูรณ์	สามารถวางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนตามลำดับได้ถูกต้อง	สามารถวางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนตามลำดับได้	ไม่สามารถวางแผนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนตามลำดับได้





สถานการณ์ปัญหา

ใบของพืชมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการทำหน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ สามารถนำพลังงานแสงมาตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างเป็นอาหารเก็บไว้ในรูปสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง จากที่ได้ทราบมาแล้วว่าในใบมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ คาร์โบไฮเดรต น้ำและแก๊สออกซิเจน สิ่งที่น่าสงสัยคือ นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการศึกษาค้นคว้าในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างไร



ตารางบันทึก การวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา

แนวความคิดต่อ ปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues)	แผนการเรียนรู้ (Action Plan)



กิจกรรมที่ 1.2

ประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อมูลประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ

- นักเรียนเติมคำตอบถูกต้องครบทุกช่อง 1 คะแนน
- นักเรียนเติมคำตอบไม่ถูกต้องครบทุกช่อง 0 คะแนน

ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	แวน เฮลมอนด์			
2	โจเซฟ ปริสต์ลีย์			
3	เจน อินเก็น ฮูซ			
4	นิโคลาส อีโอดอร์ เดอ โซซูร์			
5	จูเลียส ซาซ			
6	เอมเกลมัน			
7	แวน นีล			
8	แซมวอล รูเมน มาร์ติน คาเมน			
9	โรบิน ฮิลล์			
10	แดเนียล อาร์นอน			



กิจกรรมที่ 1.3

การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง จำนวน 5 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ

- นักเรียนตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์	2	คะแนน
- นักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	1	คะแนน
- นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง	0	คะแนน

1. นักเรียนคิดว่าการทดลองของ บัปติสต์ แวน เฮลมอง เหตุใดกระถางต้องมีฝาปิด และลักษณะของฝาปิด และลักษณะพิเศษของฝาปิดควรจะเป็นอย่างไร
.....
.....
2. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองของพริสต์ลีย์จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
.....
.....
3. จากการทดลองของซามวเอล รูเบน และมาร์ติน คาเมน ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของสารใด
.....
.....
4. สารใดที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงแต่ไม่ถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง
.....
.....
5. จงเขียนแผนผังของการสร้างอาหารของพืชที่เสร็จสมบูรณ์
.....
.....
.....





แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำชี้แจง



1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ 30 คะแนน แต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
 - 1.1 ส่วนแรกเป็นแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบข้อที่เลือกตอบ
 - 1.2 ส่วนที่สองเป็นการอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบ
2. ในแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวพร้อมอธิบายเหตุผลในการตอบให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ ดังตัวอย่างในการตอบข้อที่ 16

ตัวอย่างข้อที่ 16 ความสัมพันธ์ใดถูกต้อง และเพราะเหตุใด

3. คาร์บอนไดออกไซด์-ปฏิกิริยาแสง
4. น้ำ-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
3. แก๊สออกซิเจน-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
4. น้ำตาลกลูโคส-ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

เหตุผล : เนื่องจาก น้ำตาลกลูโคสเป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จึงมีความสัมพันธ์กันถูกต้อง

3. ให้เวลานักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 20 นาที
4. ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบสมบูรณ์ทุกข้อ และทำอย่างตั้งใจจริง
5. ผลการสอบของนักเรียนจะใช้เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

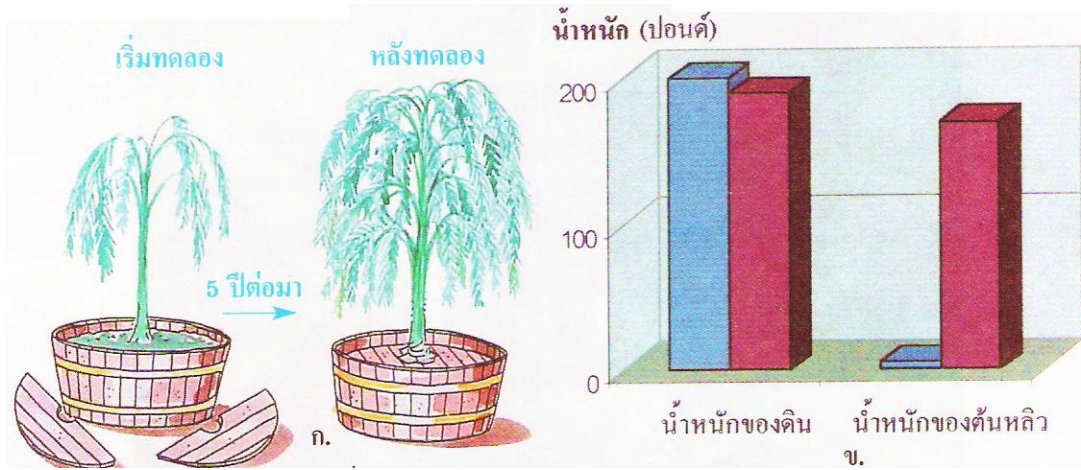
เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อมีดังนี้

- คำตอบถูกต้องและสมบูรณ์	ได้	3	คะแนน
- คำตอบถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ได้	2	คะแนน
- คำตอบที่มีบางส่วนถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนบางส่วน	ได้	1	คะแนน
- คำตอบคลาดเคลื่อนทั้งหมด	ได้	0	คะแนน
- ไม่ทำแบบทดสอบ	ได้	0	คะแนน





จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 1-6



1. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของ

ก. โจเซฟ ปริสต์ลีย์

ข. ฌอง แบปติสต์ แวน เฮลมอนท์

ค. แจน อินเกิน ฮูซ

ง. นิโคลาส อีโอดอร์ เดอ โซซูร์

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

2. ข้อใดเป็นข้อสันนิษฐานว่าการทดลองครั้งนี้เหตุใดจึงไม่ใช้กระถางปลูกต้นไม้ทั่วไป

ก. มีฝาปิดปากถังได้พอดี

ข. ไม่รู้ว่าจะใช้กระถางอะไรที่มีขนาดใหญ่โตกว่านี้

ค. ต้องการดินในปริมาณมากพอที่จะปลูกในเวลายาวนาน

ง. เป็นไปได้ทั้ง ก ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

3. จากการทดลองนี้ผู้ทดลองสรุปผลว่า น้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มนั้นมาจากข้อใด

ก. น้ำ

ข. ดิน

ค. อากาศ

ง. ทั้ง ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

4. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจากข้อใด

ก. น้ำที่ไ้รด

ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย

ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. จากแร่ธาตุในดิน

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....



5. เหตุใดการทดลองนี้จึงต้องปิดฝาดินที่ทดลองปลูกต้นหลิว
- ก. เพื่อไม่ให้ไหลไปกับน้ำที่รด
 - ข. เพื่อไม่ให้แร่ธาตุจากที่อื่นเข้ามาเพิ่ม
 - ค. เพื่อไม่ให้ใบหลิวร่วงหล่นลงสะสมที่โคนต้น
 - ง. เพื่อไม่ให้น้ำหนักดินบางส่วนหายไปจากสาเหตุต่าง ๆ

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....

.....

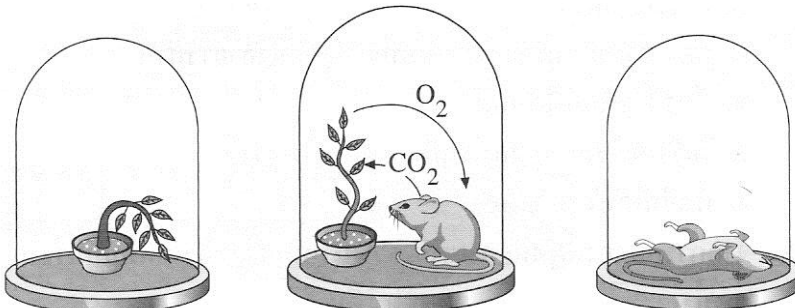
6. เหตุใด แวน เฮลมอนท์ จึงใช้น้ำฝนรดอย่างเดียวตลอดเวลา 5 ปี
- ก. เพื่อกันแร่ธาตุจากน้ำลงไปสู่ดิน
 - ข. เพื่อพืชได้น้ำบริสุทธิ์จะได้โตอย่างรวดเร็ว
 - ค. เพื่อกันไม่ให้พืชตาย เพราะความสกปรกในน้ำ
 - ง. เพื่อให้แน่นอนว่าน้ำฝนไม่มีแร่ธาตุมากบ้างน้อยบ้างลงไปปะปน

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....

.....

จากแผนภาพตอบคำถามข้อ 7-8



7. การทดลองตามภาพนี้เป็นการทดลองของใคร
- ก. 프리สทลีย์
 - ข. เฮลมอนท์
 - ค. อินเก็น ฮูซ
 - ง. โซซูร์

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....

.....



8. ผลการทดลองนี้สรุปได้ตามข้อใด

ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์

ข. พืชสร้างออกซิเจน

ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน

ง. ถูกทั้ง ก , ข , ค

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....

9. อินเก็น ฮูซ สามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองของฟริสตัลล์จะได้ผลเมื่อพืชนั้น ได้รับปัจจัยใดเพิ่มขึ้น

ก. แสงสว่าง

ข. สารอินทรีย์

ค. น้ำ

ง. แร่ธาตุ

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....

10. จากการสังเกตตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งจะเห็นฟองแก๊สเกาะอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชเหล่านั้น เมื่อฟองแก๊สมีนขนาดใหญ่ขึ้นมากก็จะผุดขึ้นมา แก๊สที่ผุดขึ้นมาคือ

ก. CO_2

ข. O_2

ค. N_2

ง. NH_3

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

.....





เจดยกิจกรรมที่ 1.1 วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์แล้วบันทึกลงในตาราง
จำนวน 1 สถานการณ์ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

สถานการณ์ปัญหา

ใบของพืชมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการทำหน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ สามารถนำพลังงานแสงมาตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างเป็นอาหารเก็บไว้ในรูปสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง จากที่ได้ทราบมาแล้วว่าในใบมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ คาร์โบไฮเดรต น้ำและแก๊สออกซิเจน สิ่งที่น่าสนใจคือ นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการศึกษาค้นคว้าในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างไร



ตารางบันทึก การวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา

แนวความคิดต่อ ปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues)	แผนการเรียนรู้ (Action Plan)
นักวิทยาศาสตร์มี กระบวนการศึกษา ค้นคว้าในเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ แสงอย่างไร	- พืชนำพลังงานแสงมาตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสร้างเป็นอาหารเก็บไว้ในรูปสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง - ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ คาร์โบไฮเดรต น้ำและแก๊สออกซิเจน	- กระบวนการศึกษาค้นคว้าในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์แสง	1. ศึกษาผลงานนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง 2. สรุปผลกระบวนการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน 3. เรียงลำดับการศึกษา เพื่อสรุปกระบวนการสังเคราะห์แสง



เฉลยกิจกรรมที่ 1.2 ประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อมูลประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้อง จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ

- นักเรียนเติมคำตอบถูกต้องครบทุกช่อง 1 คะแนน
- นักเรียนเติมคำตอบไม่ถูกต้องครบทุกช่อง 0 คะแนน

ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	แวน เฮลมอนต์	ต้นหลิว และน้ำ	น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักของต้นหลิวมาจากน้ำเท่านั้น
2	โจเซฟ ปริสต์ลีย์	อากาศเสีย	อากาศดี	พืชเปลี่ยนอากาศเสียให้เป็นอากาศดี
3	เจาน อินเก็น ฮูซ	คาร์บอนไดออกไซด์	สารอินทรีย์และออกซิเจน	พืชเปลี่ยนอากาศเสียให้เป็นอากาศดีได้ต้องมีแสง
4	นิโคลาส ดีโอดอร์ เดอโซซูร์	CO_2 และ H_2O	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ และ O_2	น้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นบางส่วนมาจาก CO_2
5	จูเลียส ซาซ	CO_2 และ H_2O	น้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรต	สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น คือ น้ำตาล
6	เองเกลมัน	สาหร่ายและแบคทีเรีย	ปริมาณแก๊สออกซิเจน	สาหร่ายผลิตเมื่อได้รับแสงสีแดงและสีน้ำเงินออกซิเจนได้ดีที่สุด
7	แวน นีล	CO_2 และ H_2S	CH_2O , S และ H_2O	แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชมาจากน้ำ
8	แซมวอล รูเมน มาร์ติน คาเมน	CO_2 และ H_2O	O_2	O_2 มาจากน้ำ
9	โรบิน ฮิลล์	คลอโรพลาสต์ น้ำ และเกลียวเฟอร์ริก	เกลียวเฟอร์รัส, เกิดและไม่เกิดออกซิเจน	เกลียวเฟอร์ริกทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนจากการแตกตัวของน้ำ
10	แดเนียล อาร์นอน	- ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง ADP , Pi , NADP^+ , H_2O และคลอโรพลาสต์ - ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง ATP , $\text{NADPH} + \text{H}^+$, CO_2 , H_2O และคลอโรพลาสต์	- ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง ATP , $\text{NADPH} + \text{H}^+$ และ O_2 - ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง น้ำตาล, Pi , ADP , และ NADP^+	ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืชมี 2 ขั้นตอน



เฉลยกิจกรรมที่ 1.3

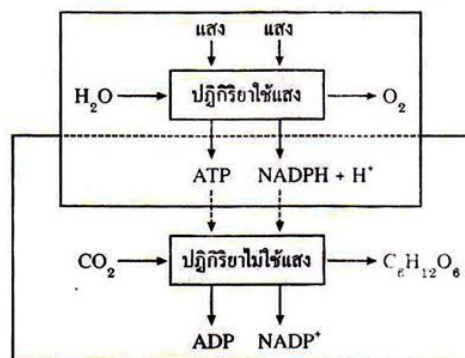
การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้อง จำนวน 5 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
เกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ

- | | | |
|--|---|-------|
| - นักเรียนตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์ | 2 | คะแนน |
| - นักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ | 1 | คะแนน |
| - นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง | 0 | คะแนน |

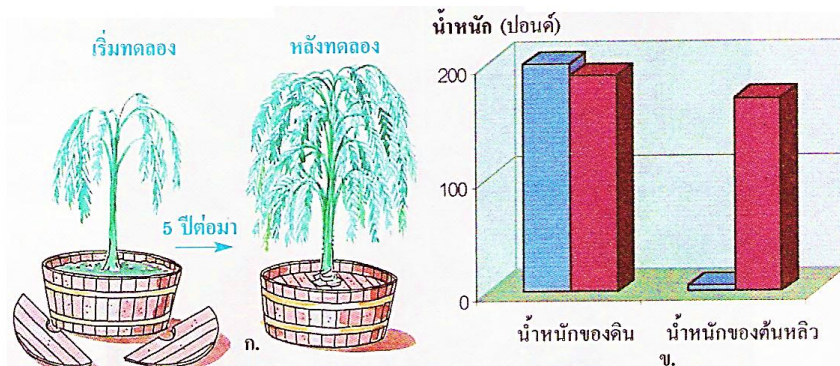
- นักเรียนคิดว่าการทดลองของ บัตติสต์ แวน เฮลมอง เหตุใดกระถางต้องมีฝาปิด และลักษณะของฝาปิด และลักษณะพิเศษของฝาปิดควรจะเป็นอย่างไร
เพื่อไม่ให้ใบพืชที่ล่อง หล่นลงไปในกระถาง ซึ่งอาจมีผลต่อการทดลอง และเป็นฝาปิดที่สามารถเปิดให้รดน้ำได้
- เพราะเหตุใดพริสต์ลีย์ จึงแบ่งอากาศที่ได้จากเทียนไขที่ลุกไหม้และดับแล้ว ออกเป็น 2 ส่วนแล้วจึงจุดเทียนไข
เพื่อควบคุมตัวแปรให้แน่ใจว่าเทียนไขจะลุกไหม้เมื่อมีพืชอยู่ด้วยเท่านั้น ถ้าไม่มีพืชจะไม่สามารถจุดเทียนไขให้ลุกไหม้ได้
- จากการทดลองของซามวอล รูเบน และมาร์ติน คาเมน ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของสารใด
มาจาก H_2O
- สารใดที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงแต่ไม่ถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงคือ
ออกซิเจน (O_2)
- จงเขียนแผนผังของการสร้างอาหารของพืชที่เสร็จสมบูรณ์





เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 1-6



1. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของ

ก. โจเซฟ ปริสต์ลีย์

ค. แจน อินเกิน ฮูซ

ข. ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์

ง. นิโคลาส อีโอดอร์ เดอ โซซูร์

นักเรียนตอบข้อ.....ข.....เพราะ ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์ได้ทำการศึกษาระบวนการสังเคราะห์แสงโดยปลูกต้นหลิวและศึกษาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นระยะเวลา 5 ปี

2. ข้อใดเป็นข้อสันนิษฐานว่าการทดลองครั้งนี้เหตุใดจึงไม่ใช้กระถางปลูกต้นไม้ทั่วๆ ไป

ก. มีฝาปิดปากถังได้พอดี

ข. ไม่รู้ว่าจะใช้กระถางอะไรที่มีขนาดใหญ่โตกว่านี้

ค. ต้องการดินในปริมาณมากพอที่จะปลูกในเวลายาวนาน

ง. เป็นไปได้ทั้ง ก ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....ก.....เพราะ มีฝาปิดปากถังได้พอดี เพื่อป้องกันการเพิ่มของวัตถุต่างๆ เช่น ไบโอมัสม์ สัตว์เข้าไปคุ้ยได้

3. จากการทดลองนี้ผู้ทดลองสรุปผลว่า น้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มนั้นมาจากข้อใด

ก. น้ำ

ข. ดิน

ค. อากาศ

ง. ทั้ง ข และ ค

นักเรียนตอบข้อ.....ก.....เพราะกำหนดตัวแปรต้น คือน้ำเท่านั้น

4. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจากข้อใด

ก. น้ำที่ไ้รด

ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย

ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. จากแร่ธาตุในดิน

นักเรียนตอบข้อ...ค...เพราะพืชสามารถสร้างอาหารได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงและนำอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต



5. เหตุใดการทดลองนี้จึงต้องปิดฝาตินที่ทดลองปลูกต้นหลิว

- ก. เพื่อไม่ให้ไหลไปกับน้ำที่รด
- ข. เพื่อไม่ให้แร่ธาตุจากที่อื่นเข้ามาเพิ่ม
- ☒ ค. เพื่อไม่ให้ใบหลิวร่วงหล่นลงสะสมที่โคนต้น
- ง. เพื่อไม่ให้น้ำหนักดินบางส่วนหายไปจากสาเหตุต่าง ๆ

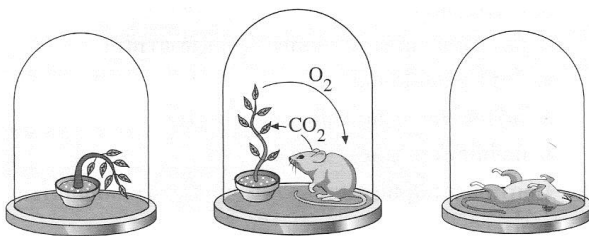
นักเรียนตอบข้อ.....ค.....เพราะการปิดฝาตินที่ทดลองปลูกต้นหลิวเพื่อไม่ให้ใบหลิวร่วงหล่นลงสะสมที่โคนต้น

6. เหตุใด แวน เฮลมอนท์ จึงใช้น้ำฝนรดอย่างเดียวตลอดเวลา 5 ปี

- ก. เพื่อกันแร่ธาตุจากน้ำลงไปสู่ดิน
- ☒ ข. เพื่อพืชได้น้ำบริสุทธิ์จะได้โตอย่างรวดเร็ว
- ค. เพื่อกันไม่ให้พืชตาย เพราะความสกปรกในน้ำ
- ง. เพื่อให้แน่นอนว่าน้ำฝนไม่มีแร่ธาตุมากบ้างน้อยบ้างลงไปปะปน

นักเรียนตอบข้อ.....ข.....เพราะแวน เฮลมอนท์ ต้องการศึกษว่าการเจริญเติบโตของต้นหลิวมาจากน้ำ

จากแผนภาพตอบคำถามข้อ 7-8



7. การทดลองตามภาพนี้เป็นการทดลองของใคร

- ☒ ก. พริสต์ลีย์
- ข. เฮลมอนท์
- ค. อินเกิน ฮูซ
- ง. โซซูร์

นักเรียนตอบข้อ.....ก.....เพราะ พริสต์ลีย์ ศึกษาว่าพืชสามารถเปลี่ยนอากาศเสียที่ได้จากการหายใจของสัตว์เป็นอากาศดีได้

8. ผลการทดลองนี้สรุปได้ตามข้อใด

- ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. พืชสร้างออกซิเจน
- ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน
- ☒ ง. ถูกทั้ง ก , ข , ค

นักเรียนตอบข้อ.....ง.....เพราะ จากภาพแสดงให้เห็นว่าเป็นข้อสรุปทั้ง 3 รูปภาพ

9. อินเกิน ฮูซ สามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองของพริสต์ลีย์จะได้ผลเมื่อพืชนั้น ได้รับปัจจัยใดเพิ่มขึ้น

- ☒ ก. แสงสว่าง
- ข. สารอินทรีย์
- ค. น้ำ
- ง. แร่ธาตุ

นักเรียนตอบข้อ.....ก.....เพราะ อินเกิน ฮูซ ได้ศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมว่าพืชสามารถเปลี่ยนอากาศเสียให้เป็นอากาศดีได้เมื่อได้รับแสงสว่าง

10. จากการสังเกตดูตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งจะเห็นฟองแก๊สเกาะอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชเหล่านั้น เมื่อฟองแก๊สมิขนาดใหญ่มากก็จะผุดขึ้นมา แก๊สที่ผุดขึ้นมาคือ

- ก. CO_2
- ☒ ข. O_2
- ค. N_2
- ง. NH_3

นักเรียนตอบข้อ.....ข.....เพราะแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ O_2



ตารางบันทึกคะแนนชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง รหัสวิชา ว32242 รายวิชาชีววิทยา
 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กิจกรรมทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	30		
หลังเรียน	30		
ผลการพัฒนา			

กิจกรรมทดสอบ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
กิจกรรมที่ 1.1	10		
กิจกรรมที่ 1.2	10		
กิจกรรมที่ 1.3	10		
รวม	30		





กระทรวงศึกษาธิการ.(2555). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ.(2555). คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว.

เกษม ศรีพงษ์ และกิตติศักดิ์ ศรีพงษ์. (2557). คู่มือเตรียมสอบ ชีววิทยาเล่ม 3. กรุงเทพมหานคร : ภูมิบัณฑิตการพิมพ์.

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ และณัฐภัสสร เหล่าเนตร์. หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช.

ประสงค์ หล้าสะอาด. (2553). ชีววิทยา ม. 5 เล่ม 3. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.

สมาน แก้วไวยุทธ. (2551). 100 จุดเน้นชีววิทยา ม. 4-5-6. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.

สมาน แก้วไวยุทธ. (2557). เจาะข้อสอบ 7 วิชาสามัญ ชีววิทยา. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.

อักษร ศรีปล่อง และคณะ. (2552). ชีววิทยา 1 : โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มุลินธิ สอวน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์.

Photosynthesis. [ม.ป.ป.] สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558, จาก <http://nattinee36.exteen.com/page-7>

_____. [ม.ป.ป.] สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.cu.exteen.com>

_____. [ม.ป.ป.] สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2558, จาก <http://www.5e.platphys.net>

