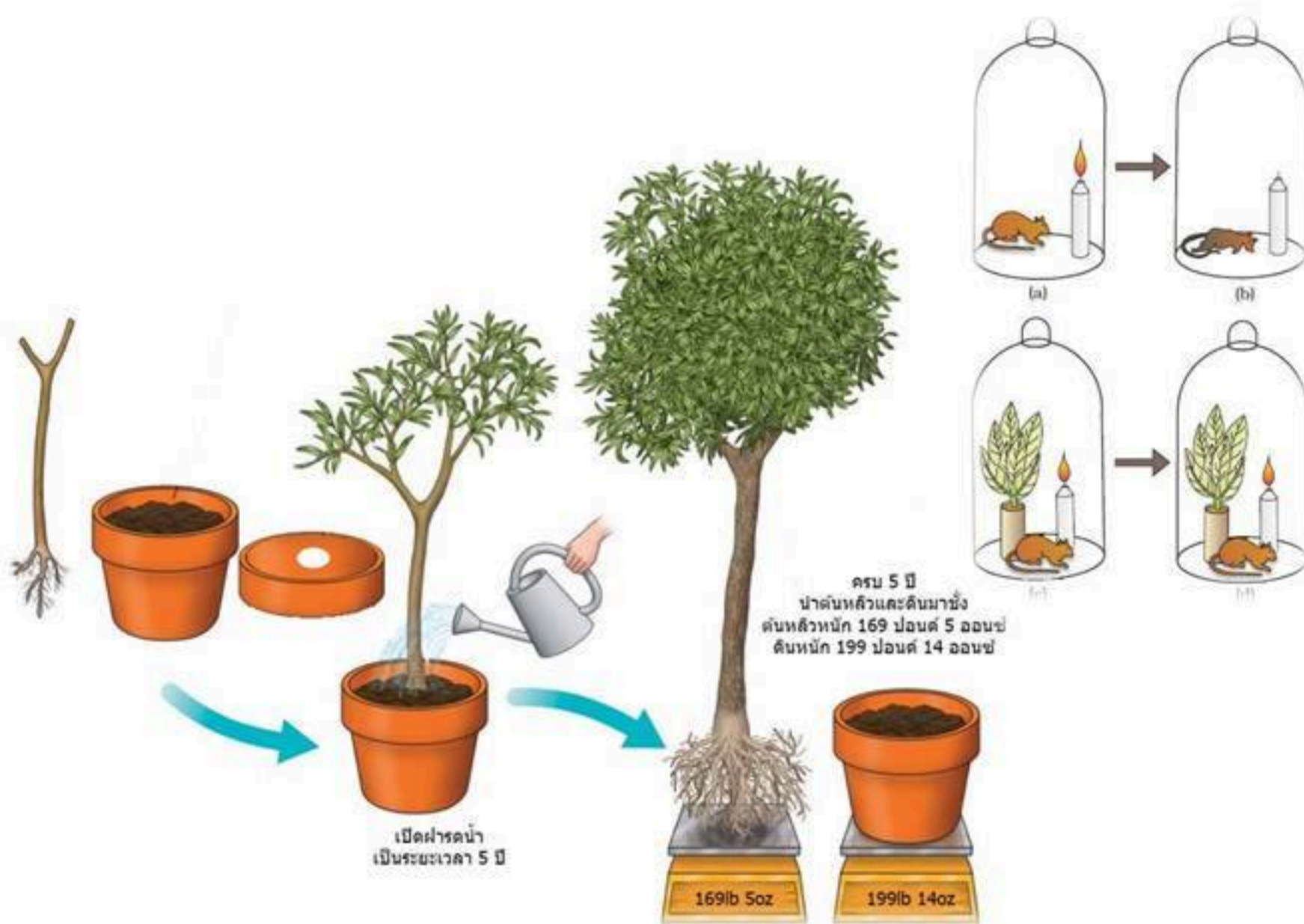


# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา 3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## เล่มที่ 1

### เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



นางพรธิดา โพธิ์สิงห์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนหนองสวรรค์วิทยาการ อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา 3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พัฒนาขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นชุดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและเจตคติซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำเป็น คิดเป็น แก้ปัญหาได้ สามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา 3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 9 เล่ม เล่มนี้เป็นเล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนและช่วยให้นักเรียนเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในลำดับต่อไป

พรธิดา โพธิ์สิงห์





## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจง	1
แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	3
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	4
แนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	5
จุดประสงค์การเรียนรู้	6
แบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest) 7	
ใบความรู้	11
กิจกรรม	23
- กิจกรรมที่ 1	24
- กิจกรรมที่ 2	26
- กิจกรรมที่ 3	28
คำถาม	29
แบบทดสอบ	32
แบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Posttest)	33
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	38
แบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest)	39
เฉลยกิจกรรมที่ 1	40
เฉลยกิจกรรมที่ 2	43
เฉลยกิจกรรมที่ 3	44
เฉลยคำถาม	45
เฉลยแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Posttest)	47





## คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 9 เล่ม ดังนี้

- เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง  
เล่มที่ 2 เรื่อง แหล่งที่เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง  
เล่มที่ 3 เรื่อง ปฏิกริยาใช้แสง  
เล่มที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาไม่ใช้แสง  
เล่มที่ 5 เรื่อง โฟโตเรสไพเรชัน  
เล่มที่ 6 เรื่อง พืช  $C_3$  และพืช  $C_4$   
เล่มที่ 7 เรื่อง พืช CAM  
เล่มที่ 8 เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง  
เล่มที่ 9 เรื่อง การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้ประกอบ  
แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา3 รหัสวิชา ว32243 จำนวน 1 แผน เวลา 2 ชั่วโมง

3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ประกอบด้วย

- 3.1 คำชี้แจง
- 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
- 3.4 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- 3.5 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3.6 แบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest)
- 3.7 ใบความรู้
- 3.8 กิจกรรม
- 3.9 คำถาม
- 3.10 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Posttest)

เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



- 3.11 เฉลยแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest)
  - 3.12 เฉลยกิจกรรม
  - 3.13 เฉลยคำถาม
  - 3.14 เฉลยแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Posttest)
  - 3.15 บรรณานุกรม
4. ผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนใช้



แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. อ่านคำชี้แจง/คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดย
- ทำแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน
  - ศึกษาใบความรู้
  - ทำกิจกรรม
  - ตอบคำถาม
  - ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน – หลังเรียน  
กิจกรรม และ คำถาม

ประเมินผล

ไม่ผ่าน

ผ่าน

4. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มต่อไป



## คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชา ชีววิทยา3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่องการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพครูควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาที่สอนเอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
2. เตรียมสื่ออุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน แจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนคนละ 1 เล่ม
3. เมื่อมีกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 3-5 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้นเรียนโดยคละนักเรียนเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่มและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบแก่สมาชิกในกลุ่ม
4. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองแนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
5. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำกระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นและตอบข้อสงสัยต่างๆ ระหว่างเรียนพร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
6. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนแล้วนำผลทดสอบย่อยก่อนเรียนและหลังเรียนแจ้งให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าทางการเรียน
7. การวัดและประเมินผลประเมินจากแบบทดสอบย่อยก่อนเรียนและหลังเรียนสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มประเมินผลการปฏิบัติงานตรวจกิจกรรมและคำถาม
8. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบ เก็บชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุสิ่งของและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป



## คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
2. แบ่งกลุ่มๆ ละ 3-5 คน โดยคละความสามารถนักเรียนในกลุ่มเป็นเก่ง ปานกลาง และอ่อน
3. อ่านคำชี้แจงคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
4. ทำแบบทดสอบย่อยก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานบันทึกผลคะแนนที่ได้ลงในแบบบันทึกคะแนน
5. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำชี้แจงจากครู
6. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และตอบคำถามเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ตรวจสอบคำตอบได้จากเฉลยกิจกรรมและเฉลยคำตอบ
7. ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 10 ข้อ
8. ตรวจสอบคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบย่อยหลังเรียนพร้อมบันทึกผลคะแนนที่ได้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียนซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนได้ร้อยละ 70 ขึ้นไปจึงถือว่าผ่านเกณฑ์ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดให้ทบทวนเนื้อหาแล้วให้ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียนอีกครั้งหากผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 2 ต่อไป

### ข้อควรปฏิบัติ

1. หากมีข้อสงสัยให้ขอคำอธิบายหรือถามครูเพื่อร่วมกันสรุปข้อสงสัยนั้นๆ
2. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองไม่เปิดดูเฉลยจนกว่านักเรียนจะทำการกิจกรรมเสร็จเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน





## จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาชีววิทยา 3 ว32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วนักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

เมื่อทราบจุดประสงค์กันแล้ว  
ไปทำข้อสอบย่อยก่อนเรียนก่อนนะคะ





## แบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest)

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 10 นาที
  2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวอักษร ก ข ค ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
  - ก. พลังงานแสงเป็นพลังงานกล
  - ข. พลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
  - ค. พลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี
  - ง. พลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน
2. โจเซฟ ปริสต์ลีย์ ค้นพบว่าอากาศเสียสามารถเปลี่ยนเป็นอากาศดีได้ต้องมีสิ่งใดเป็นส่วนประกอบ
  - ก. น้ำ
  - ข. แสง
  - ค. ออกซิเจน
  - ง. ฟอสฟอรัส
3. ภายในครอบแก้วมีต้นไม้และหนูซึ่งมีแสง อุณหภูมิ อาหาร และน้ำครบบริบูรณ์ ครอบแก้วนี้ ปิดสนิทเมื่อทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน ทั้งต้นไม้และหนูไม่ตาย ผลการทดลองนี้ แสดงว่าเป็นไปตามข้อใด



- ก. หนูได้ออกซิเจนจากต้นไม้
- ข. ทั้งต้นไม้และหนูพึ่งพากัน
- ค. ต้นไม้ใช้ออกซิเจนน้อยจึงไม่แย่งหนู
- ง. มีอากาศเพียงพอในครอบแก้วสำหรับ 10 วัน



4. อินเกิน ฮูซ ค้นพบเกี่ยวกับความรู้ใด
- แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้คือ  $\text{CO}_2$
  - น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของพืชมาจาก  $\text{CO}_2$
  - อากาศที่ใช้ในการหายใจของสัตว์คือ  $\text{O}_2$
  - พืชสามารถเปลี่ยนอากาศเสียให้กลายเป็นอากาศดีได้ต้องมีแสง
5. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
- แก๊สออกซิเจนจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสงเท่านั้น
  - แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ )
  - พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส  $\text{CO}_2$  เป็นสารอาหารได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม
  - ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์
6. “การแตกตัวของของน้ำต้องมีตัวรับอิเล็กตรอนออกซิเจนจึงจะหลุดเป็นอิสระ” เป็นการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด
- โรบิน ฮิลล์
  - จูเลียส ซาซ
  - แวน นีล
  - อินเกิน ฮูซ
7. ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากข้อใด
- $\text{OH}$
  - $\text{CO}_2$
  - $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{NADH}^+$
8. จากสมการ
- $$\text{CO}_2 + \text{ATP} + \text{NADPH} + \text{H}^+ + \text{คลอโรพลาสต์} \text{ -----} > \text{น้ำตาล} + \text{ADP}$$
- ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- น้ำตาลเกิดจาก ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$
  - ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยแสงจึงจะเกิดน้ำตาล
  - น้ำตาลสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยคลอโรพลาสต์
  - $\text{CO}_2$  ATP NADPH +  $\text{H}^+$  จำเป็นสำหรับการสร้างน้ำตาล



9. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ปฏิกิริยาใช้แสง

คลอโรพลาสต์ + น้ำ + แกลิโอเฟอริก  $\xrightarrow{\text{แสง}}$  แกลิโอเฟอรัส + ออกซิเจน

- ก. ปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยน้ำ
  - ข. ปฏิกิริยานี้จะขาดคลอโรพลาสต์ไม่ได้
  - ค. แกลิโอเฟอริกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์
  - ง . ถ้าปฏิกิริยานี้ขาดแสงผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเหมือนเดิม
10. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยาในข้อ 9 พบว่าไฮโดรเจนที่แกลิโอเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด
- ก. การถ่ายโอนอิเล็กตรอน
  - ข. การแตกตัวของคลอโรพลาสต์
  - ค. การแตกตัวของโมเลกุลของน้ำ
  - ง . การสลายโมเลกุลของคลอโรฟิลล์

ทำข้อสอบเรียบร้อยแล้วไปตามหา  
ความจริงจากใบความรู้กันเลยครับ



กระดาษคำตอบแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

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

เกณฑ์การประเมิน

- 9 – 10 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
- 7 – 8      คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดี
- 5 – 6      คะแนน อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
- 0 – 4      คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง



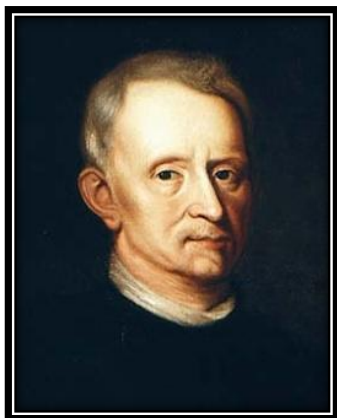


## ใบความรู้

### การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ในระบบนิเวศพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต (Producer) จึงเป็นตัวเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งอาศัยคลอโรฟิลล์ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และแสง เป็นปัจจัยสำคัญ ดังที่ได้เรียนรู้มาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแล้วนั้น ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ก็ยังทำการค้นคว้าศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มพูนความรู้มากขึ้นเรื่อยๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนและปฏิกิริยาต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้ามานานเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง บางเรื่องต้องใช้ระยะเวลาหลายปี และต้องอาศัยความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์หลายยุคหลายสมัยต่อเนื่องกัน ผู้เรียนจึงควรตระหนักว่าความรู้ในขณะนี้ล้วนเป็นผลมาจากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตถึงปัจจุบัน จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์

(Jean Baptiste Van Helmont)

ที่มา : <https://www.search?biw=1034&bih=615&tbn=isch&sa>

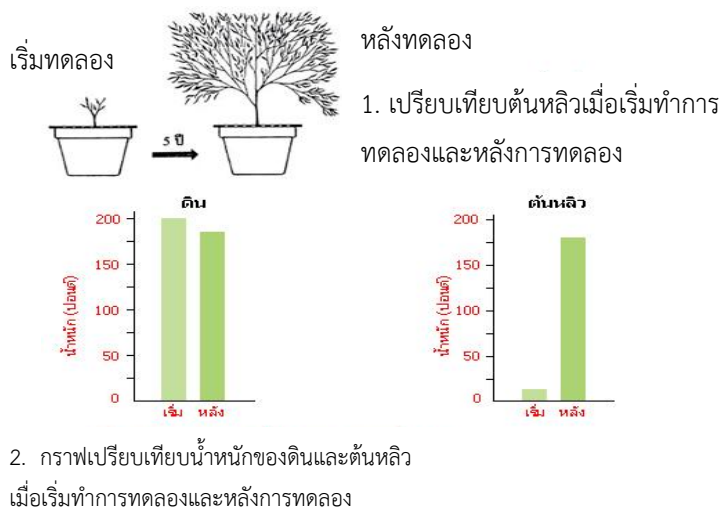
#### 1. ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์

(Jean Baptiste Van Helmont)

ในปี พ.ศ. 2191 (ค.ศ.1648) ได้มีการพิมพ์ผลงานของ ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์ (Jean Baptiste Van Helmont) นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยียม ได้ทำการทดลองอย่างหนึ่งที่น่าสนใจและมีความสำคัญมากทางชีววิทยา โดยปลูกต้นหลิวหนัก 5 ปอนด์ในถังใบใหญ่ ที่บรรจุดินซึ่งทำให้แห้งสนิทหนัก 200 ปอนด์แล้วปิดฝาถัง ระหว่างทำการทดลองได้รดน้ำต้นหลิวที่ปลูกไว้ทุกๆ วันด้วยน้ำฝนเป็นระยะเวลา 5 ปี ต้นหลิวเจริญเติบโตขึ้นมาก เมื่อนำต้นหลิวที่ไม่มีดินติดอยู่ที่รากไปชั่งน้ำหนัก ปรากฏว่าต้นหลิวหนัก 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ (ตัวเลขนี้ไม่ได้รวมน้ำหนักใบซึ่งร่วงไปแต่ละปี)



และเมื่อนำดินในถังไปอบแห้ง แล้วนำไปชั่งปรากฏว่า มีน้ำหนัก 199 ปอนด์ 14 ออนซ์ ซึ่งน้อยกว่าดินที่ใช้ก่อนทำการทดลองเพียง 2 ออนซ์ เท่านั้น ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การทดลองของแวน เฮลมองท์

ที่มา : [http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=73998](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=73998)

จากการทดลองของ ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมองท์ สรุปได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สรุปผลการทดลองของ ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมองท์

น้ำหนัก	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	น้ำหนักที่เปลี่ยนไป
น้ำหนักของต้นหลิว	5 ปอนด์ (2.268 กิโลกรัม)	169 ปอนด์ 3 ออนซ์ (76.756 กิโลกรัม)	164 ปอนด์ 3 ออนซ์ (74.488 กิโลกรัม)
น้ำหนักของดิน	200 ปอนด์ (90.735 กิโลกรัม)	199 ปอนด์ (90.678 กิโลกรัม)	-2 ออนซ์ (-0.125 กิโลกรัม)

หมายเหตุ 1 กิโลกรัม = 2.2042262 ปอนด์ และ 1 ปอนด์ = 16 ออนซ์

จากการศึกษาทำให้เราทราบว่า น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจากเดิม คือ 5 ปอนด์ มาเป็น 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ คือเพิ่มขึ้น 164 ปอนด์ 3 ออนซ์ หรือ 74.488 กิโลกรัม น้ำหนักนี้ยังไม่รวมน้ำหนักของใบหลิวที่ร่วงหล่นลงพื้นในแต่ละปี

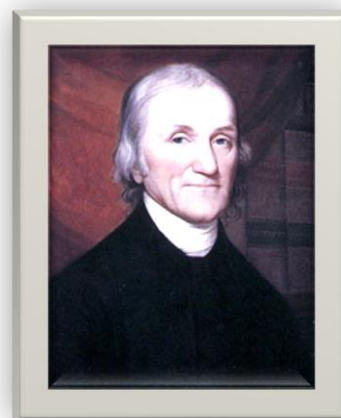
ดังนั้นน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของต้นหลิวน่าจะเนื่องจาก น้ำที่รดลงไปทุกวัน ซึ่งไม่ได้วัดปริมาณไว้



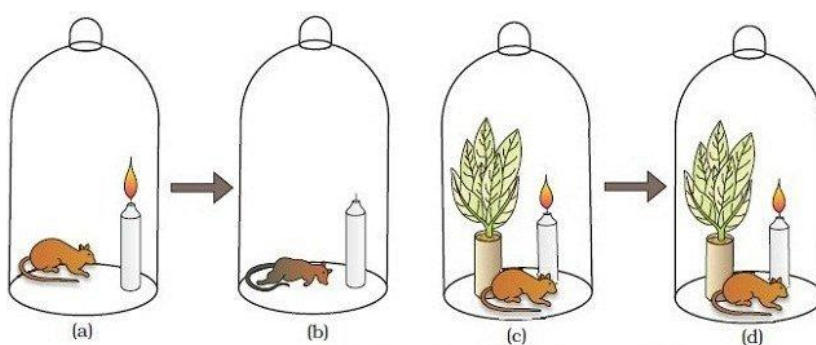
ในการทดลองดังกล่าว โดยปลูกต้นหลิวในกระถางที่ออกแบบให้มีฝาปิดอย่างมิดชิด เพื่อป้องกันสัตว์มาซูดคีย์ ป้องกันไม่ให้ใบหลิวร่วงหล่นลงไปใ้ในกระถาง แต่ปรากฏว่าน้ำหนักของดินลดลงเพียงเล็กน้อย คือ 2 ออนซ์ (0.125 กิโลกรัม) ดังนั้นสารหรือแร่ธาตุจากดิน คงไม่ใช่สาเหตุที่จะทำให้ต้นหลิวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมากมายหลังจากนี้ก็มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนทำให้ทราบรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืชมากขึ้น

## 2. โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley)

ในปี พ.ศ. 2319 (ค.ศ. 1776) โจเซฟ พริสต์ลีย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองด้วยการจุดเทียนไขครอบด้วยแก้ว ก่อนครอบใส่หนูไว้ 1 ตัว (ดังรูป 1.4a) พบว่าหนูตายในเวลาต่อมา (ดังรูป 1.4b) จุดเทียนไขและมีต้นไม้ตั้งไว้ แล้วครอบด้วยแก้ว พบว่าต้นไม้ไม่ตาย (ดังรูป 1.4c) และถ้ามีต้นไม้และหนูอยู่ในครอบแก้ว (ดังรูป 1.4d) พบว่าทั้งหนูและต้นไม้ไม่ตาย ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.3 โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley)  
ที่มา : SCIENCEphotoLIBRARY, Online, n.d.



รูปที่ 1.4 การทดลองของโจเซฟ พริสต์ลีย์

ที่มา : <http://www.scimath.org/lesson-biology/item/7052-photosynthesis-7052>





อากาศที่หนูหายใจออกมาและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับ ในสมัยนั้นเรียกว่า “ **อากาศเสีย**” สิ่ง  
 สงสัยในยุคนั้นก็คือ คนและสัตว์อื่นๆ เป็นจำนวนมากกำลังหายใจอยู่ตลอดเวลา และยังมีการเผาไหม้  
 สิ่งต่างๆ ถ้าเป็นเช่นนั้นไปเรื่อยๆ ในที่สุดอากาศที่ใช้ในการหายใจหรือช่วยในการลุกไหม้จะถูกทำลายให้  
 หมดไปแล้วหรือไม่

บังเอิญครั้งหนึ่งพริสทลีย์ได้นำเอาพืชสีเขียวใส่ไว้ครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อนหน้านี้แล้ว  
 อีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่า เทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ในระยะหนึ่งโดยไม่  
 ดับทันที ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 การทดลองของโจเซฟ พริสทลีย์

ที่มา : <https://www.visionlearning.com/en/library/Biology/2/Photosynthesis-I/192>

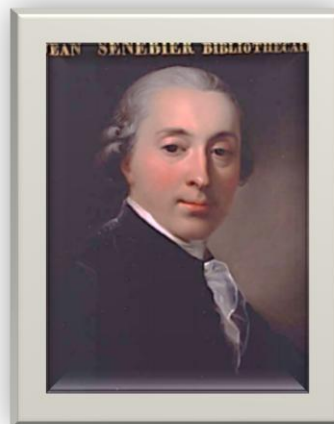
หลายครั้งที่พริสทลีย์แบ่งอากาศหลังจากเทียนไขลุกไหม้แล้วดับออกเป็นสองส่วนนำพืชใส่ไว้  
 ส่วนหนึ่ง และให้อีกส่วนหนึ่งมีแต่แก้วบรรจุน้ำ ทุกครั้งที่จุดเทียนไขจะพบว่า เทียนไขจะลุกไหม้ได้ใน  
 ระยะหนึ่งในอากาศส่วนแรกแต่จะดับทันทีในอากาศส่วนที่สอง

จากการทดลองของพริสทลีย์ แสดงว่า พืชสามารถเปลี่ยนอากาศเสียให้กลับมาเป็น “ **อากาศดี**”



### 3. ฌอง ซีเนเปียร์ (Jean Senebier)

พ.ศ. 2325 พบว่า แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้ และแก๊สที่เกิดจากการหายใจของสัตว์เป็นแก๊สเดียวกัน คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และแก๊สที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ คือ แก๊สออกซิเจน



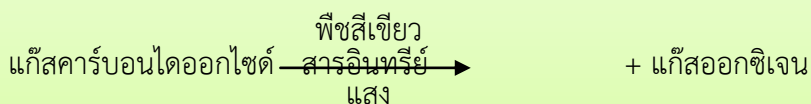
รูปที่ 1.6 ฌอง ซีเนเปียร์ (Jean Senebier)

ที่มา : <http://www.Elprocesodelafotosintesis>, Online, n.d.



### 4. อินเกิน ฮูเน (Ingen Houze)

พ.ศ. 2325 (ค.ศ. 1782) สรุปว่า พืชเก็บธาตุคาร์บอนที่ได้จากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในรูปของสารอินทรีย์ โดยมีแสงแดดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังสมการ



รูปที่ 1.7 อินเกิน ฮูเน (Ingen Houze)

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



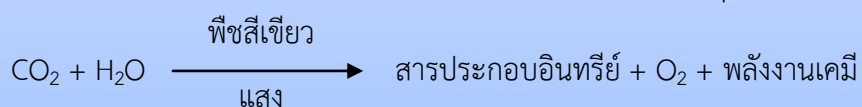
### 5. นิโคลาส ธีโอดอร์ เดอ โซซูร์(Nicolas Theodore de Souseure)

พ.ศ. 2347 (ค.ศ. 1804) ได้นำข้อสรุปของแวน เอลมอนด์ มาศึกษาเพิ่มเติมได้ข้อค้นพบและสรุปว่า พืชสีเขียวนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ โดยมีแสงช่วยเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ แก๊สออกซิเจน และพลังงานเคมี ดังสมการ



รูปที่ 1.8 นิโคลาส ธีโอดอร์ เดอ โซซูร์ (Nicolas Theodore de Souseure)

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



### 6. จูเลียส ซาซ (Julius Sachs)

พ.ศ. 2405 (ค.ศ.1862) พบว่า สารประกอบอินทรีย์นั้นคือน้ำตาล ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต และสรุปเป็นสมการ ได้ดังนี้



รูปที่ 1.9 จูเลียส ซาซ (Julius Sachs)

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



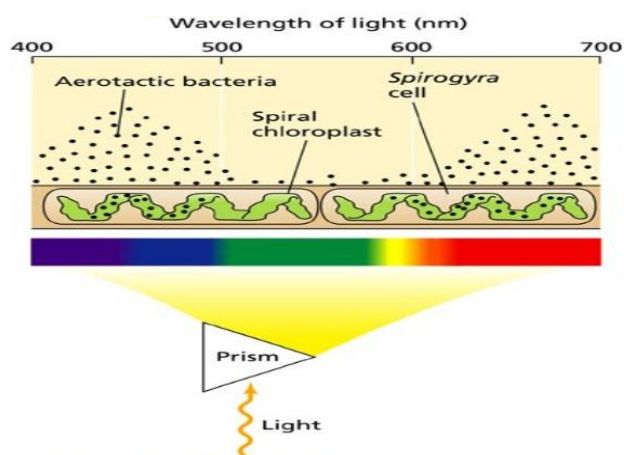
## 7. เบเวอร์ (Baever)

พ.ศ. 2413 (ค.ศ.1870) ได้สรุปผลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นว่า พืชสีเขียวจะรับแสงเพื่อทำให้น้ำกับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนเป็นน้ำตาล แก๊สออกซิเจน และพลังงานเคมี เป็น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) และเขียนเป็นสมการสรุปได้ว่า



## 8. เองเกลมัน (T.W Engelman)

พ.ศ. 2438 (ค.ศ. 1895) ทดลองใช้ปริซึมแยกแสงเป็นสเปกตรัมให้กับสาหร่ายสไปโรไจรา (Spirogyra sp.) ที่เจริญในน้ำ และมีแบคทีเรียที่ต้องการแก๊สออกซิเจนมารวมกลุ่มที่บริเวณสาหร่าย พบว่า เมื่อได้รับแสงสีแดงและสีน้ำเงินสาหร่ายจะให้แก๊สออกซิเจนมากกว่าบริเวณอื่น ดังรูปที่ 1.10



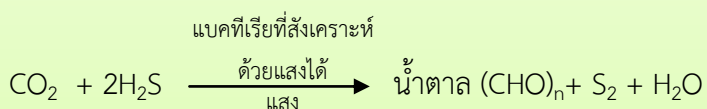
รูปที่ 1.10 การรวมกลุ่มของแบคทีเรียในน้ำที่มีสาหร่ายสไปโรไจราเมื่อได้รับแสงสีต่างๆ

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



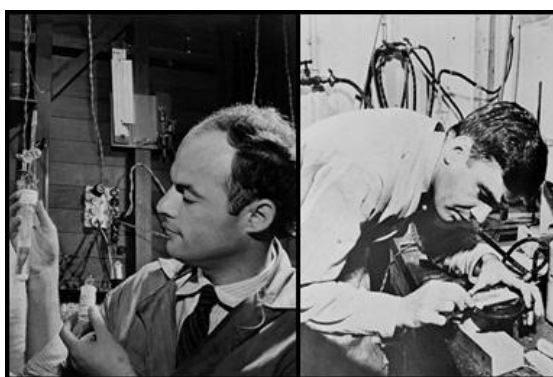
### 9. แวน นีล (Van Niel)

พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) ทดลองเลี้ยงแบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ และเลี้ยงโดยไม่ใช้น้ำแต่ให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) แทน พบว่าสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ซัลเฟอร์ (S) แทนที่จะเป็นแก๊สออกซิเจน ดังสมการ



รูปที่ 1.11 แวน นีล (Van Niel)

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



รูปที่ 1.12 แซม รูเบน และมาร์ติน คาเมน

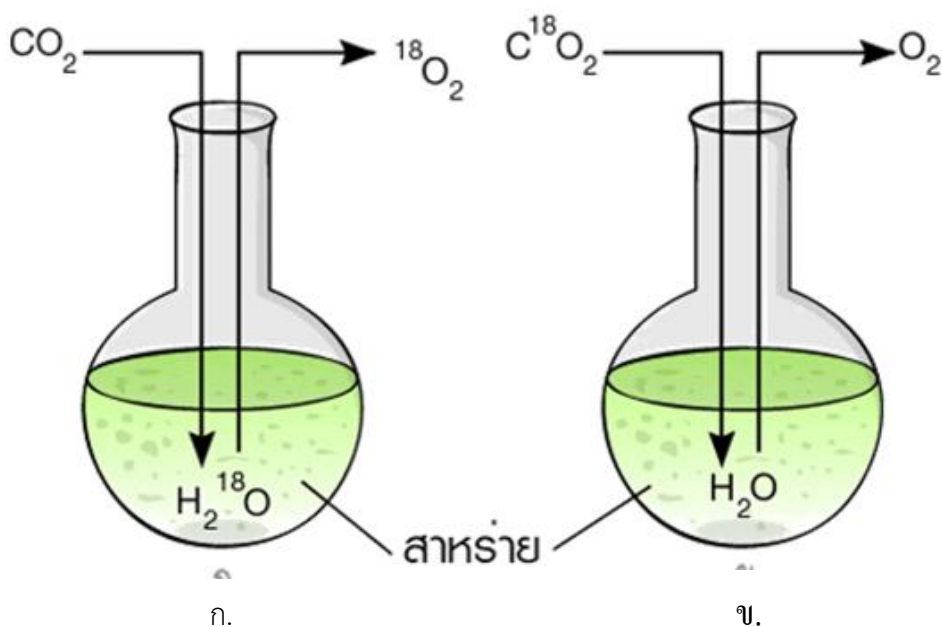
(Sam Ruben และ Martin Kamen)

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

### 10. แซม รูเบน และมาร์ติน คาเมน (Sam Ruben และ Martin Kamen)

ทดลองใช้ออกซิเจนกัมมันตรังสี (<sup>18</sup>O) ในโมเลกุลของน้ำ (H<sub>2</sub><sup>18</sup>O) และในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นออกซิเจนปกติ (C<sup>16</sup>O<sub>2</sub>) ให้กับสาหร่าย เมื่อให้แสง พบว่ามีแก๊สออกซิเจนกัมมันตรังสี (<sup>18</sup>O) เกิดขึ้น แต่ถ้าให้แก๊สออกซิเจนในโมเลกุลของน้ำเป็นออกซิเจนปกติ (H<sub>2</sub><sup>16</sup>O) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีแก๊สออกซิเจนกัมมันตรังสี (C<sup>18</sup>O<sub>2</sub>) พบว่า เกิดแก๊สออกซิเจนปกติ (<sup>16</sup>O) เขาจึงสรุปว่า “แก๊สออกซิเจนที่เป็นสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นมาจากโมเลกุลของน้ำ” ดังสมการ และรูปที่ 1.13





รูปที่ 1.13 การทดลองของแซม รูเบน และมาร์ติน คาเมน  
ที่มา : <http://www.nattinee36.exteen.com/page-7>

ขวด ก. O<sub>2</sub> ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็น <sup>18</sup>O

ขวด ข. O<sub>2</sub> ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็น O<sub>2</sub> ธรรมดา

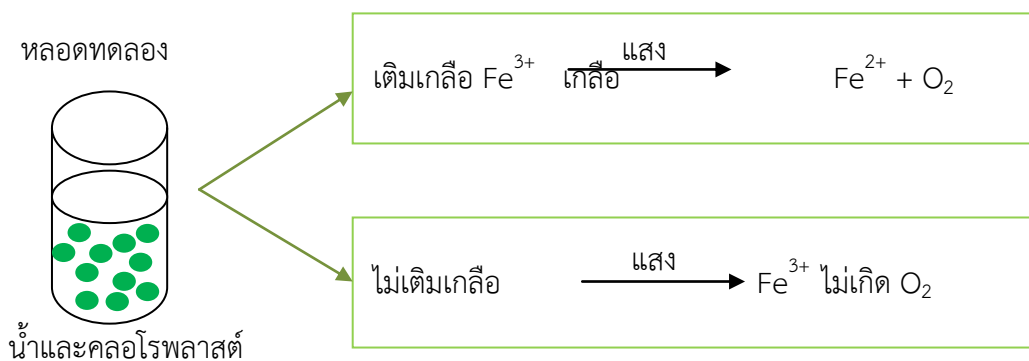
สรุปผลการทดลองได้ว่า O<sub>2</sub> ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากโมเลกุลของน้ำ



### 11. โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill)

ในปี ค.ศ. 1973 โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill) ได้ทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากใบพืชพวกผักโขม และมีเกลือเฟอร์ริกอยู่ด้วยปรากฏว่าเกลือเฟอร์ริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัส และมี  $O_2$  เกิดขึ้นแต่ถ้าผ่านแสงเข้าไปในคลอโรพลาสต์ที่ไม่มีเกลือเฟอร์ริกอยู่ด้วย จะไม่มีออกซิเจนเกิดขึ้นดังนั้นการที่เกลือเฟอร์ริกจะเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้แสดงว่าเกลือเฟอร์ริกต้องได้รับไฮโดรเจน ขณะเดียวกันมี  $O_2$  ในปฏิกิริยาดังกล่าว เกลือเฟอร์ริกจึงทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจน ซึ่งการค้นคว้าต่อมาพบว่ามีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจนอีกหลายชนิด เช่น เฟอร์ริกไซยาไนด์และเมธีลีนบลู เป็นต้น

ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าไฮโดรเจนที่เกลือเฟอร์ริกได้รับและ  $O_2$  ที่เกิดขึ้นมาจาก  $H_2O$  สารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจน (H - acceptor) ในพืชคือ NADP<sup>+</sup> (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate)



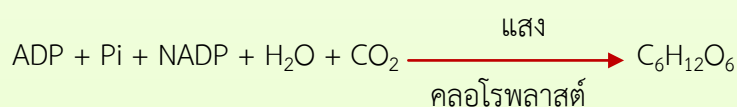
รูปที่ 1.14 การทดลองของแซม รูเบน และมาร์ติน คาเมน

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

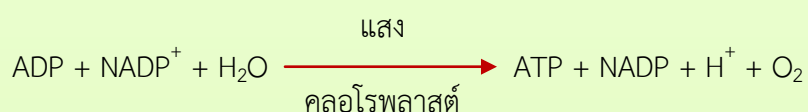


## 12. แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon)

ในปี พ.ศ. 2494 (ค.ศ. 1951) แดเนียล อาร์นอน (Daniel Arnon) และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียที่เบิร์กลีย์ ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองของฮิลล์ อาร์นอนคิดว่าถ้าให้สารบางอย่าง เช่น ADP หมู่ฟอสเฟต (Pi)  $\text{NADP}^+$  และ  $\text{CO}_2$  ลงไปในคลอโรพลาสต์ที่สกัดมาได้แล้วให้แสง จะมีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงจนได้น้ำตาลเกิดขึ้น ดังสมการ



ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองเพื่อติดตามขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา โดยควบคุมปัจจัยบางอย่าง แล้วสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น อาร์นอนพบว่าถ้าให้สารต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นได้สารบางอย่างแต่ไม่มีการสร้างคาร์โบไฮเดรต ดังสมการ



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

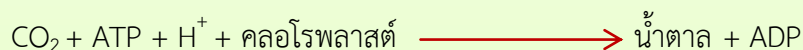


จากการทดลองนี้แสดงว่าคลอโรพลาสต์ที่ได้รับแสงจะสามารถสร้าง ATP ได้เพียงอย่างเดียวหรือสร้างทั้ง ATP  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  และ  $\text{O}_2$  ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าคลอโรพลาสต์นั้นจะได้รับ ADP และ Pi เท่านั้น หรือทั้ง  $\text{NADP} + \text{ADP}$  และ Pi อาจสรุปได้ว่า พืชจะให้  $\text{NADPH} + \text{H}^+$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





ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองใหม่ โดยเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  ลงไปในสารละลายของคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากเซลล์แต่ไม่ให้แสงสว่าง ผลปรากฏว่า มีน้ำตาลเกิดขึ้น แสดงว่าปัจจัยในการสังเคราะห์ คือ ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  ไม่ใช่แสง



จากการศึกษาของอาร์นอนทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดแนวคิดที่ว่าขั้นตอนของการสังเคราะห์ด้วยแสง อาจแยกออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

ปฏิกิริยาใช้แสง (Light Reaction) เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงเพื่อให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกสลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สออกซิเจน ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$

ปฏิกิริยาไม่ใช้แสง (Dark Reaction) เป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงเป็นกระบวนการที่เกิดหลังปฏิกิริยาที่ใช้แสง เพราะจะต้องรับ ATP และ  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  จากปฏิกิริยาที่ใช้แสง และคาร์บอนไดออกไซด์แม้ไม่ได้รับแสงก็เกิดน้ำตาลได้



# กิจกรรม



## กิจกรรมที่ 1

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์ลงในตารางให้ถูกต้อง

ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์			
2	โจเซฟ ปริสต์ลีย์			
3	ฌอง ซีนีเปียร์			
4	อินเกิน ฮูซ			
5	นิโคลาส ซีโอดอร์ เดอ โซซูร์			
6	จูเลียส ซาซ			
7	เบเวอร์			

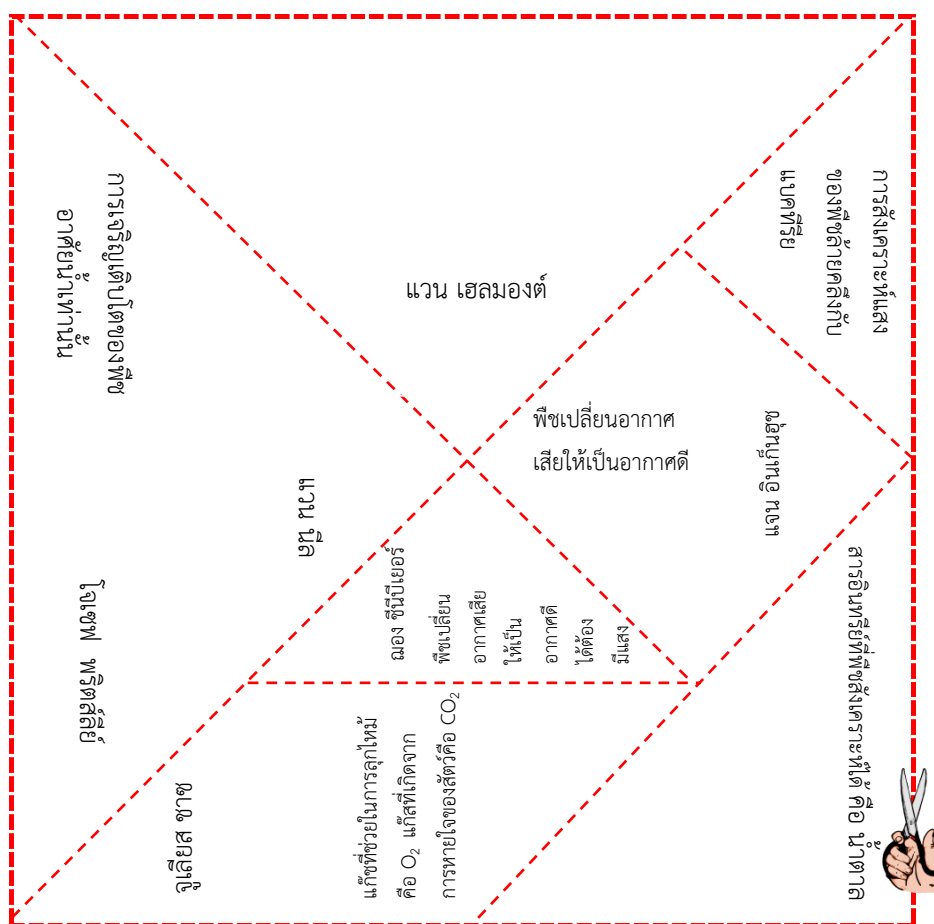


ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
8	เองเกลมัน			
9	แวน นีล			
10	แซม รูเบนและ มาร์ติน คาเมน			
11	โรบิน ฮิลล์			
12	แดเนียล อาร์นอน			



## กิจกรรมที่ 2

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตัดกระดาษตามรอยประสีแดงจะได้รูปเรขาคณิต 7 รูป แล้วนำมาต่อใหม่ลงในกรอบสี่เหลี่ยมแนวนอนหน้าถัดไป โดยให้ชื่อของนักวิทยาศาสตร์และผลการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่เรียงชิดติดกันแล้วระบายสีชื่อนักวิทยาศาสตร์และผลการค้นคว้าให้เป็นสีเดียวกันในแต่ละท่าน



ตัดตามรอยประนะครับ





ติครูปตามแนวนอนในกระดาษแผ่นนี้นะคะ



### กิจกรรมที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังความคิด (Mind Mapping) สรุปองค์ความรู้เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



# คำถาม





## คำถาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. การทดลองของ แวน เฮลมอนด์ ที่สรุปว่า น้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเท่านั้น นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้มีข้อบกพร่องอะไรบ้าง

.....

.....

1. ในการทดลองของโจเซฟ ปริสทีย์ แจน อินเกินฮูซ และฌอง ซินีบิเยร์ ได้ข้อสรุปว่า แก๊สออกซิเจน เปลี่ยนแปลงมาจากอะไร และในการเปลี่ยนแปลงนั้นมีปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง

.....

.....

3. จากการทดลอง นิโคลาส ดีโอดอร์ เดอร์โซซูร์ และจูเลียส ซาซ ที่พบว่าน้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้มาจากน้ำเพียงอย่างเดียว และยังพบว่าพืชสามารถสร้างน้ำตาลได้ วัตถุประสงค์ที่พืชนำไปสร้างน้ำตาล คืออะไรบ้าง กระบวนการที่พืชสร้างน้ำตาลนักวิทยาศาสตร์เรียกชื่อกระบวนการนี้ว่าอะไร

.....

.....

4. จากการศึกษาของ เองเกลมัน ได้ข้อสรุปว่า แสงสีใดมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงบ้าง

.....

.....

5. แวน นีล ตั้งสมมติฐานในการทดลอง ว่าอย่างไร

.....

.....

6. รูเมน และคาร์เมน ทำการทดลอง และมีผลงานสรุปออกมาว่าอย่างไร

.....

.....



7. การทดลองของ โรบิน ฮิลล์ ที่สรุปว่า แก๊สออกซิเจนเกิดจากการแตกตัวของน้ำนั้น มีปัจจัยหรือสารใดที่เกี่ยวข้องบ้าง

.....

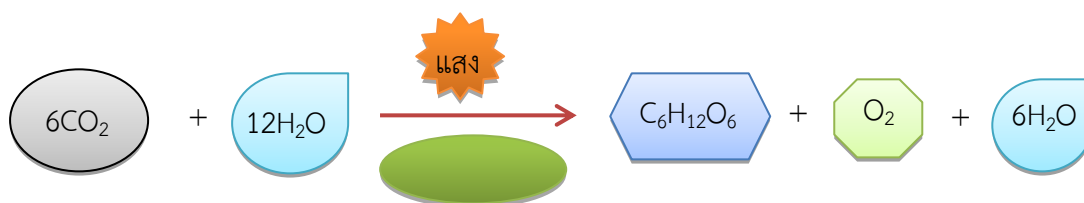
.....

8. การทดลองของ แดเนียล อาร์โนน ได้ข้อสรุปสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างไร

.....

.....

9. แผนผังแสดง กระบวนการสังเคราะห์แสง ต่อไปนี้ ขาดสิ่งใด



ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ น้ำตาล ก๊าซออกซิเจน น้ำ

.....

.....

10. สมการเคมีที่ใช้แสดง กระบวนการสังเคราะห์แสง ที่สมบูรณ์เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

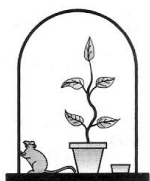




## แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนนเวลา 10 นาที  
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวอักษร ก ข ค ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
  - พลังงานแสงเป็นพลังงานกล
  - พลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
  - พลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมี
  - พลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน
- ภายในครอบแก้วมีต้นไม้และหนูซึ่งมีแสง อุณหภูมิ อาหาร และน้ำครบบริบูรณ์ ครอบแก้วนี้ปิดสนิทเมื่อทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน ทั้งต้นไม้และหนูไม่ตาย ผลการทดลองนี้ แสดงว่าเป็นตามข้อใด



- หนูได้ออกซิเจนจากต้นไม้
  - ทั้งต้นไม้และหนูพึ่งพากัน
  - ต้นไม้ใช้ออกซิเจนน้อยจึงไม่แย่งหนู
  - มีอากาศเพียงพอในครอบแก้วสำหรับ 10 วัน
- โจเซฟ ปริสต์ลีย์ ค้นพบว่าอากาศเสียสามารถเปลี่ยนเป็นอากาศดีได้ต้องมีสิ่งใดเป็นส่วนประกอบ
  - แสง
  - น้ำ
  - ออกซิเจน
  - พืชสีเขียว



4. พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่คลอโรฟิลล์จับไว้จะถูกนำไปใช้อย่างไร
  - ก. ใช้ในการสลายน้ำ
  - ข. ใช้ในการสลาย ATP และกลูโคส
  - ค. ใช้สลายคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
  - ง. ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
5. อินเกิน ฮูซ ค้นพบเกี่ยวกับข้อใด
  - ก. แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้คือ  $\text{CO}_2$
  - ข. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของพืชมาจาก  $\text{CO}_2$
  - ค. อากาศที่ใช้ในการหายใจของสัตว์คือ  $\text{O}_2$
  - ง. พืชสามารถเปลี่ยนอากาศเสียให้กลายเป็นอากาศดีได้ต้องมีแสง
6. “การแตกตัวของของน้ำต้องมีตัวรับอิเล็กตรอนออกซิเจนจึงจะหลุดเป็นอิสระ” เป็นการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด
  - ก. โรบิน ฮิลล์
  - ข. จูเลียส ซาซ
  - ค. แวน นีล
  - ง. อินเกิน ฮูซ
7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
  - ก. แก๊สออกซิเจนจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีแสงเท่านั้น
  - ข. แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ )
  - ค. พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส  $\text{CO}_2$  เป็นสารอาหารได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม
  - ง. ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์
8. ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากข้อใด
  - ก.  $\text{OH}$
  - ข.  $\text{CO}_2$
  - ค.  $\text{H}_2\text{O}$
  - ง.  $\text{NADH}^+$



9. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ปฏิกริยาใช้แสง

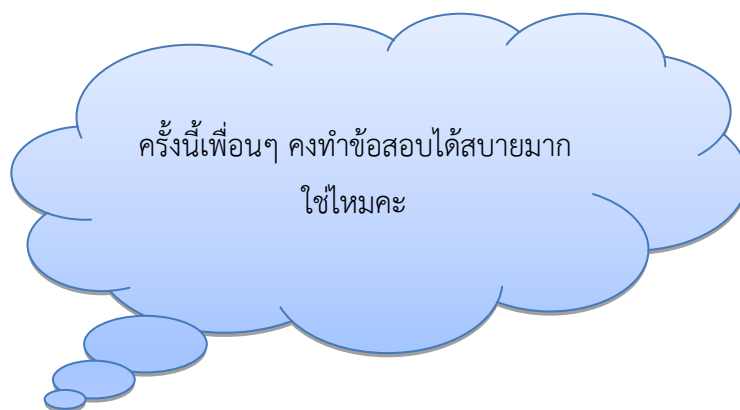
คลอโรพลาสต์ + น้ำ + แกลีโคเฟอริก  $\xrightarrow{\text{แสง}}$  แกลีโคเฟอรัส + ออกซิเจน

- ก. ปฏิกริยานี้ต้องอาศัยน้ำ
- ข. ปฏิกริยานี้จะขาดคลอโรพลาสต์ไม่ได้
- ค. แกลีโคเฟอริกทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์

ง . ถ้าปฏิกริยานี้ขาดแสงผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเหมือนเดิม

10. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ตั้งปฏิกริยาในข้อ 9 พบว่าไฮโดรเจนที่แกลีโคเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด

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



## กระดาษคำตอบแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่.....

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

เกณฑ์การประเมิน	
9 – 10	คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
7 – 8	คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ดี
5 – 6	คะแนน อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
0 – 4	คะแนน อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง



## บรรณานุกรม

- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร และณัฐภัสสร เหล่าเนตร. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2554.
- ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระ  
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีววิทยา ม.5 เล่ม 4. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.  
2550.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. คู่มือเตรียมสอบ ชีววิทยา ม.5 เล่ม 4.  
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. การเรียนการ  
สอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. เอกสารอัดสำเนาประกอบการอบรมเพิ่มพูน  
ประสิทธิภาพวิทยากรแกนนำ , 2540.
- \_\_\_\_\_. คู่มือวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.
- \_\_\_\_\_. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : สกสค.  
ลาดพร้าว, 2553.
- \_\_\_\_\_. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนสาระการ  
เรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปี  
ที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : บริษัท ศิริวัฒนา  
อินเตอร์พริ้นท์ จำกัด (มหาชน).2550.

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

<http://www.Elprocesodelafotosintesis>, Online, n.d.

[http://www.myfirstbrain.com/student\\_view.aspx?ID=73998](http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=73998)

<http://www.scimath.org/lesson-biology/item/7052-photosynthesis-7052>

<https://www.search?biw=1034&bih=615&tbm=isch&sa>

<https://www.visionlearning.com/en/library/Biology/2/Photosynthesis-I/192>

SCIENCEphotoLIBRARY, Online, n.d.







## เฉลยแบบทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียน (Pretest)	
ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ง
3	ก
4	ง
5	ง
6	ก
7	ค
8	ง
9	ง
10	ค



## เฉลยกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์ลงในตารางให้ถูกต้อง

ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์	ต้นหลิวและน้ำ	น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น	น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเพียงอย่างเดียว
2	โจเซฟ ปริสต์ลีย์	อากาศเสีย	อากาศดี	พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนอากาศเสียเป็นอากาศดี
3	ฌอง ซินีเยียร์	การหายใจของสัตว์ แก๊สที่ช่วยในการหายใจและลูกไหม้	CO <sub>2</sub>  O <sub>2</sub>	แก๊สที่ช่วยในการลูกไหม้และแก๊สที่ใช้ในการหายใจคือ O <sub>2</sub> แก๊สที่เกิดจากการหายใจของสัตว์คือ CO <sub>2</sub>
4	อินเกิน ฮูซ	CO <sub>2</sub>	สารอินทรีย์และ O <sub>2</sub>	พืชสีเขียวเมื่อได้รับแสงสามารถเปลี่ยน CO <sub>2</sub> ให้เป็นสารอินทรีย์และ O <sub>2</sub>
5	นิโคลาส ซีโอดอร์ เดอ โซซูร์	CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	สารประกอบเคมี O <sub>2</sub> และพลังงานเคมี	พืชสีเขียวเมื่อได้รับแสงสามารถเปลี่ยน CO <sub>2</sub> และ H <sub>2</sub> O ให้เป็น สารประกอบอินทรีย์, O <sub>2</sub> และพลังงานเคมี



ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
6	จูเลียส ซาซ	$\text{CO}_2$ และ $\text{H}_2\text{O}$	น้ำตาล, $\text{O}_2$ และพลังงานเคมี	สารประกอบอินทรีย์ที่เปลี่ยนมาจาก $\text{CO}_2$ และ $\text{H}_2\text{O}$ นั่นคือ น้ำตาลที่เป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต
7	เบเวอร์	$\text{CO}_2$ และ $\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , $\text{O}_2$ และพลังงานเคมี	พืชสีเขียวจะรับแสงเพื่อทำให้น้ำกับคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนเป็นน้ำตาล แก๊สออกซิเจน และพลังงานเคมี
8	เองเกลมัน	สาหร่ายสไปโรจิรา	$\text{O}_2$	สาหร่ายสไปโรจิราใช้แสงสีแดงและสีน้ำเงินสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด
9	แวน นีล	$\text{CO}_2$ และ $\text{H}_2\text{S}$	$\text{CH}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{O}$ และ S	แบคทีเรียเมื่อได้รับแสงสามารถเปลี่ยน $\text{CO}_2$ และ $\text{H}_2\text{S}$ ให้เป็น $\text{CH}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{O}$ และ S
10	แซม รูเบนและมาร์ติน คาเมน	$\text{H}_2^{18}\text{O} + \text{C}^{16}\text{O}_2$ $\text{H}_2^{16}\text{O} + \text{C}^{18}\text{O}_2$	$^{18}\text{O}_2$ $^{16}\text{O}_2$	$\text{O}_2$ ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมาจากโมเลกุลของน้ำ



ลำดับ ที่	นักวิทยาศาสตร์	ผลงานค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
11	โรบิน ฮิลล์	คลอโรพลาสต์ น้ำและเกลือ เฟอริก	เกลือเฟอรัสและ ออกซิเจน	เมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับ แสงทำให้น้ำแตกตัวให้ อิเล็กตรอนเมื่อ อิเล็กตรอนไปรวมกับ เกลือเฟอริกกลายเป็น เกลือเฟอรัส
12	แตเนียล อาร์นอน	ปฏิกิริยาใช้แสง ADP Pi NADP <sup>+</sup> H <sub>2</sub> O	ATP NADPH <sub>2</sub> และ O <sub>2</sub>	พืชสามารถใช้พลังงาน จากแสงในการแยกน้ำได้ O <sub>2</sub> ATP และ NADPH
		ปฏิกิริยาไม่ใช้แสง ATP NADPH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub>	น้ำตาล ADP Pi NADP <sup>+</sup>	เมื่อไม่มีแสง ATP จะ กระตุ้นให้ CO <sub>2</sub> รวมตัว กับ H <sub>2</sub> O ได้เป็นน้ำตาล

เก่งมากเลยนะคะ

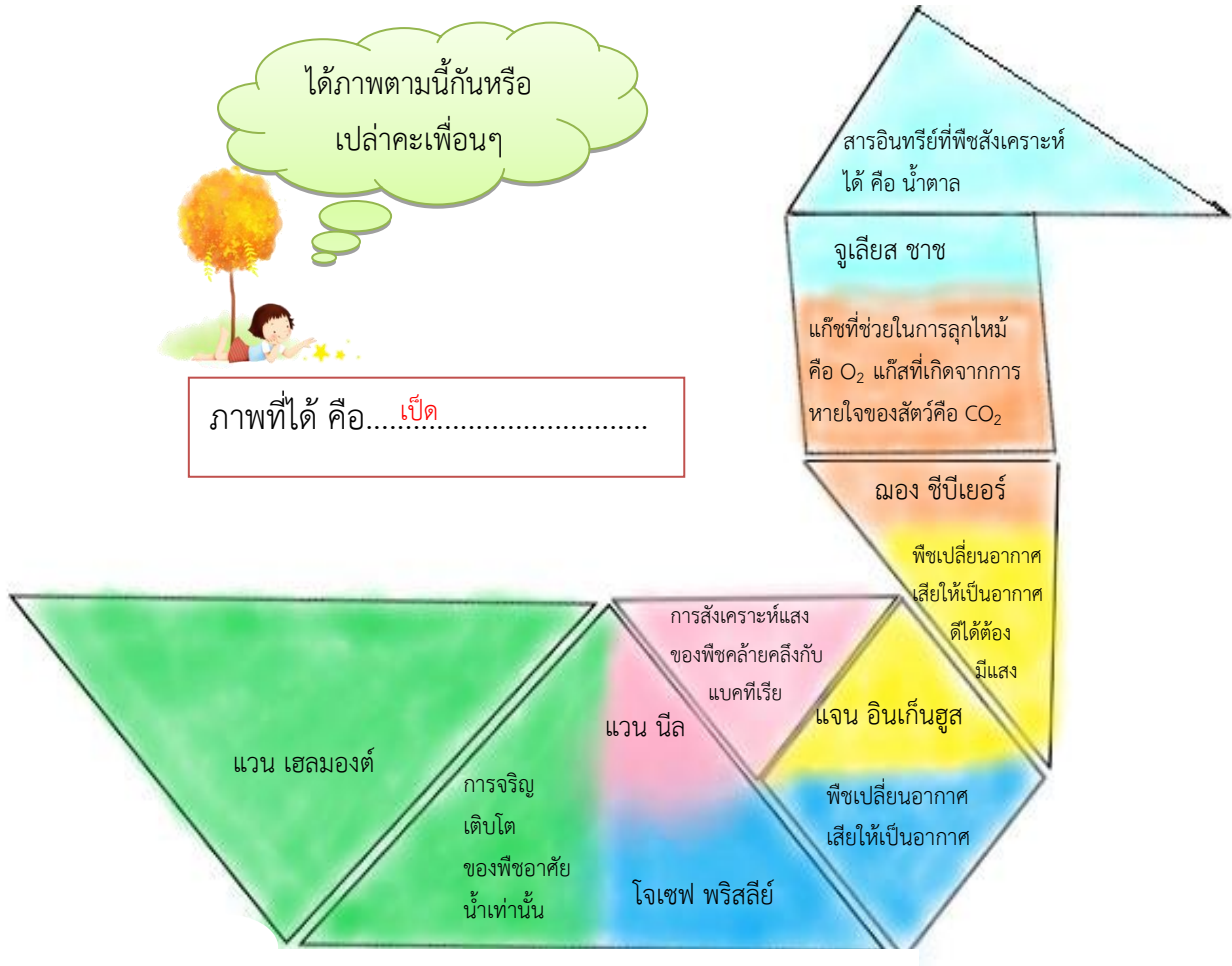


## เฉลยกิจกรรมที่ 2

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตัดกระดาษตามรอยประสีแดงจะได้รูปเรขาคณิต 7 รูป แล้วนำมาต่อใหม่ลงในกรอบสี่เหลี่ยมแนวนอนหน้าถัดไป โดยให้ชื่อของนักวิทยาศาสตร์และผลการค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่เรียงชิดติดกันแล้วระบายสีชื่อนักวิทยาศาสตร์และผลการค้นคว้าให้เป็นสีเดียวกันในแต่ละท่าน



ภาพที่ได้ คือ.....เปิด.....



### เฉลยกิจกรรมที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังความคิด (Mind Mapping) สรุปลองค์ความรู้ เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

แนวคำตอบ



## เฉลยคำถาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. การทดลองของ แวน เฮลมอนด์ ที่สรุปว่า น้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเท่านั้น นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้มีข้อบกพร่องอะไรบ้าง

แนวคำตอบ ไม่ได้ควบคุมตัวแปรในการทดลอง

2. ในการทดลองของโจเซฟ ปริสทีย์ แจน อินเกินฮูซ และฌอง ซินีเยร์ ได้ข้อสรุปว่า แก๊สออกซิเจน เปลี่ยนแปลงมาจากอะไร และในการเปลี่ยนแปลงนั้นมีปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้อง

แนวคำตอบ เปลี่ยนแปลงมาจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์, ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ แสง และพืชสีเขียว

3. จากการทดลอง นิโคลาส อีโอดอร์ เดอร์โซซูร์ และจูเลียส ซาซ พบว่าน้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้มาจากน้ำเพียงอย่างเดียว และยังพบว่าพืชสามารถสร้างน้ำตาลได้ วัตถุดิบที่พืชนำไปสร้างน้ำตาล คืออะไรบ้าง กระบวนการที่พืชสร้างน้ำตาลนักวิทยาศาสตร์เรียกชื่อกระบวนการนี้ว่า อะไร

แนวคำตอบ วัตถุดิบที่พืชนำไปสร้างน้ำตาล คือน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และ

ให้ชื่อกระบวนการนี้ว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. จากการศึกษาของ เองเกลมัน ได้ข้อสรุปว่า แสงสีใดมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงบ้าง

แนวคำตอบ แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน

5. แวน นีล ตั้งสมมติฐานในการทดลอง ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ แก๊สออกซิเจนไม่ได้มาจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แต่เกิดจากการแตกตัวของน้ำ

6. รูเบน และคาร์เมน ทำการทดลอง และมีผลงานสรุปออกมาว่าอย่างไร

แนวคำตอบ แก๊สออกซิเจนเกิดจากการแตกตัวของน้ำตามที่ แวน นีล ตั้งสมมติฐานไว้





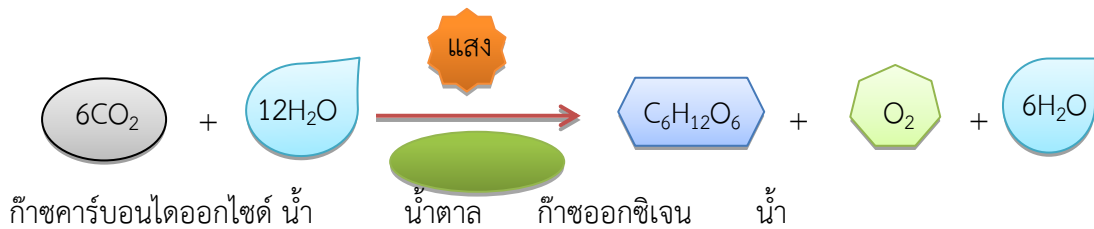
7. การทดลองของ โรบิน ฮิลล์ ที่สรุปว่า แก๊สออกซิเจนเกิดจากการแตกตัวของน้ำนั้น มีปัจจัยหรือสารใดที่เกี่ยวข้องบ้าง

แนวคำตอบ น้ำคลอโรพลาสต์ แสง และตัวรับอิเล็กตรอน

8. การทดลองของ แดเนี่ยล อาร์นอน ได้ข้อสรุปสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างไร

แนวคำตอบ การสังเคราะห์ด้วยแสง มี 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกริยาใช้แสงและปฏิกริยาไม่ใช้แสง

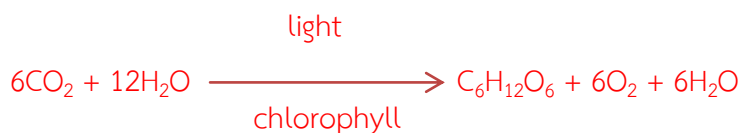
9. แผนผังแสดง กระบวนการสังเคราะห์แสง ต่อไปนี้ ขาดอะไร



แนวคำตอบ ขาด chlorophyll

10. สมการเคมีที่ใช้แสดง กระบวนการสังเคราะห์แสง ที่สมบูรณ์จะเป็นได้อย่างไร.

แนวคำตอบ สมการที่สมบูรณ์ ดังนี้



## เฉลยแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียน (Posttest)	
ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ก
3	ง
4	ก
5	ง
6	ก
7	ง
8	ค
9	ง
10	ค



ดูเฉลยคำตอบกันแล้วอย่าลืมประเมินผล  
ตัวเองนะคะว่าความรู้พัฒนาขึ้นในระดับใด

