ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช

นาเดีย คาเร็ง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

EFFECT OF USING THE SCIENCE ACTIVITIES PACKAGES MATTER THROUGH PHOTOSYNTHESIS TOWARDS THE ACHIEVEMENT OF SCIENCE OF THE MATTHAYOMSUKSA VI STUDENTS AT SRINAGARINDRA THE PRINCESS MOTHER SCHOOL NAKHON SI THAMMARAT UNDER PATRONAGE OF PRINCESS MAHA CHAKRI SIRINTHORN

NADEAR KHARENG

Presented in Partial Fullfillment of the Requirement for the Master of Education Degree in Science
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Academic Year 2013

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช

ผู้วิจัย นางสาวนาเดีย คาเร็ง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์

คณะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.... ประธาน

(ดร.จิต นวนแก้ว)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)

คณะกรรมการสอบ

.... ประธาน

(ดร.สุมาลี เลี่ยมทอง)

.... กรรมการ

(ดร.จิต นวนแก้ว)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนสุข อุดม)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี จันทรา)

หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา

วันที่ 29 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2556

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช
ผู้วิจัย	นางสาวนาเดีย คาเร็ง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์
ประธานอาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.จิต นวนแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช 2) เพื่อประเมินผลของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์80/80 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์นครศรีธรรมราช จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้รับการเลือกเฉพาะอย่างเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็น 80/80 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .0.2-0.8 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.77 และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมุติฐานใช้ t-test (Dependent Samples)

ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.29/82.00ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 /80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มากที่สุด

โดยสรุป ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาสาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีมากที่สุด

ABSTRACT

The Title	Effect of using the science activities packages matter through photosynthesis towards the achievement of science of the matthayomsuksa VI students at srinagarindara the princess mother school nakhon si thammarat under patronage of princess mahachakri sirinthorn
The Author	MissNadear Khareng
Program	Education Administration
Thesis Chairman	Dr.Jid naunkeaw
Thesis Adisors	Assistant Professor Dr.Hassachai Sittirak

This research purposive to study the effect of using the science activities packages matter through photosynthesis towards the achievement of science of the Mathyomsuksa VI of students this research aims 1) To create a series of scientific activities Story of Photosynthesis of the Mathyomsuksa VI of students at Srinagarindra The Princess Mother school Nakhon Si Thammarat Somdet Phra srinagarindra Nakhon Si Thammarat 2) To assess the impact of the scientific activities. Energy is the ability to be effective on the basis of 80/80. 3) To study science achievement of the Mathyomsuksa VI of students to science through photosynthesis. 4) To study satisfaction of the Mathyomsuksa VI of students at Srinagarindra The Princess Mother school Nakhon Si Thammarat Somdet Phra srinagarindra Nakhon Si Thammarat Towards the scientific activities on photosynthesis.

The sample used in this of the Mathyomsuksa VI of studentsat Srinagarindra The Princess Mother School Nakhon Si Thammarat would number one class of 40 students who had been randomly selected easily. Tools used in this research were a series of scientific activities packages through photosynthesis. The E1/E2 are the 80/80 achievement test science of the choice of 30 items with 4 options, the difficulty (p) from. 0.2 to 0.8. and the discriminant (r) ranging from 0.2 to 0.8 with a confidence value equal to 0.77 and satisfaction with the scientific activities packages matter through photosynthesis. The statistics used in data analysis is the average standard deviation and hypothesis testing using t-test (Dependent Samples).

The results showed that:

1. set of science activities packages matter through photosynthesis created effective 82.29/82.00 which was higher than the standard 80/8.
2. science achievement score after learning classes are higher than before statistically significant at .05.
3. the student has satisfied the scientific activities at gunpoint.

In summary. the results of a series of scientific activities packages matter through photosynthesis innovation is one that can make the students achievement in science for dating a higher threshold and satisfaction with the activities packages set up very favorably.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของ ดร.จิต นวนแก้ว ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่คอยดูแลเอาใจใส่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนเป็นอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยจึงขอพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สุมาลี เลี่ยมทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนสุข อุดม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.สุภาวดี รามสูตร ดร.สิริกุล เพชรหวลและอาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ ตรวจ แก้ไข ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือ

นาเดีย คาเร็ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ .... ก

กิตติกรรมประกาศ .... ง

สารบัญ .... จ

สารบัญตาราง .... ซ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

ประโยชน์ของการวิจัย 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 9

ความหมายของชุดกิจกรรม 9

ประเภทของชุดกิจกรรม 10

องค์ประกอบของชุดกิจกรรม 12

หลักในการสร้างชุดกิจกรรม 15

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม 19

ความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 20

ความหมายความพึงพอใจ 20

ทฤษฎีสร้างความพึงพอใจ 20

วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน 21

บทที่ **หน้า**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....22
งานวิจัยในประเทศ.....22
งานวิจัยในต่างประเทศ.....24
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....26
ประชากร.....26
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย......26
วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ.....27
แบบแผนการทดลอง.....32
วิธีการดำเนินการทดลอง.....32
การวิเคราะห์ข้อมูล.....33
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....34
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....37
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....37
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....38
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....41
สรุปผลการวิจัย.....43
อภิปรายผลการวิจัย.....44
ข้อเสนอแนะ.....45
บรรณานุกรม.....47
ภาคผนวก.....49
ภาคผนวก ก หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ.....50
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....54
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม.....56
ภาคผนวก ง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง.....60
ภาคผนวก จ ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง..... 166
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง..... 169

บทที่ **หน้า**

ภาคผนวก ช ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน 188
ภาคผนวก ซ ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น..... 192
ภาคผนวก ฌ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 199
ภาคผนวก ญ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 207
ภาคผนวก ฎ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์..... 210
ภาคผนวก ฏ ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 213
ภาคผนวก ฐ ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 216
ประวัติผู้วิจัย 219

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 วิเคราะห์ข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้การสังเคราะห์ด้วยแสง วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 29

2. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง....38

3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง 39

4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 39

5 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง 167

6 ผลความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.... 189

7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r).... 193

8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.... 196

9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน 208

10 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง.... 214

11 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง.... 217

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เป็นพื้นฐานอันสำคัญของการพัฒนาและเป็นเครื่องชี้นำสังคม ผู้ที่ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (กรมวิชาการ, 2542, บทนำ) ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเรื่องสำคัญที่สุดใน แวดวงการศึกษาของไทยก็คือการปฏิรูปการศึกษา เพราะในอดีตที่ผ่านมาการจัดการศึกษาของไทยไม่สามารถแก้ปัญหาของประเทศได้ และนับว่าจะรุนแรงและสะสมปัญหาพอกพูนยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนมีอยู่เฉพาะในห้องสี่เหลี่ยมแคบๆ ล้อมรอบมีผู้สอนซึ่งทำหน้าที่พูดผู้เรียนมีหน้าที่รับฟัง และท่องหนังสือหรือยึดตำราเป็นหลักไม่สามารถเผชิญและแก้ปัญหาได้ เพราะโลกแห่งวิชาในห้องเรียนกับโลกแห่งความเป็นจริงต่างกัน ดังนั้นการปฏิรูปการศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการ เพื่อให้เป็นไปตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 กำหนดให้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพโดยมีเป้าหมายในการพัฒนาให้เด็กและเยาวชนคนไทยเป็นคนดี มีคุณภาพ เป็นคนเก่ง คิดดี ทำงานได้ดี มีความเป็นไทยสามารถปรับตัวได้เหมาะสมกับสถานการณ์โลกและสังคมที่เปลี่ยนแปลง (สำนักงานปฏิรูปการศึกษา, 2545, 1) การที่จะทำให้การปฏิรูปการศึกษาสำเร็จตามความมุ่งหมายดังกล่าวนั้นต้องถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ผู้สอนและผู้จัดการศึกษาจะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้ชี้นำให้จำ ผู้ถ่ายทอดความรู้ มาเป็นผู้ช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียน แสวงหาความรู้จากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ และให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนเพื่อนำไปสร้างสรรค์ความรู้ของตนไปใช้ประโยชน์ต่อไป (กรมวิชาการ, 2544, 3) ดังแนวคิดของ ประเวศ วะสี ที่ว่าชีวิตคือการศึกษา การศึกษาคือชีวิต และชีวิตคือการเรียนรู้ ผู้สอนควรเปลี่ยนบทบาทจากการต้องท่องจำเนื้อหาวิชาแล้วถ่ายทอดให้ผู้เรียนฟังมาเป็นการ จัดประสบการณ์เรียนรู้อันหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียนร่วมเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในสถานการณ์จริง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสม ชัดเจน ทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา โดยได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็น

ทิศทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับ นอกจากนั้นได้กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น อีกทั้งได้ปรับกระบวนการวัดและประเมินผลผู้เรียน เกณฑ์การจบการศึกษาแต่ละระดับ และเอกสารแสดงหลักฐานทางการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และมีความชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็ม ตามศักยภาพ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและอุตสาหกรรม ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็วอีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การส่งเสริมและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, 1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย จึงทำให้เกิดพัฒนาเทคโนโลยี ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ซึ่งทำให้ประเทศได้กำหนดวิสัยทัศน์ในการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สนองต่อความต้องการและความจำเป็นของสังคมนั้นๆ และที่สำคัญการที่จะสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้วิทศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ มีความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานอย่างเพียงพอ รู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทุกฝ่ายต้องให้การสนับสนุน ส่งเสริมและพัฒนาการศึกษาอย่างจริงจัง และปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เด็กสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพเป็นประชาชนที่มีคุณภาพ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เราพบมักอยู่ในรูปของข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป สมมติฐาน และความคิดรวบยอด หรือมโนมติ และเป็นที่ยอมรับกันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมาย ซึ่งเกิดจากความช่างสงสัย ความช่างสังเกต และความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์เรานั้นเอง เมื่อสงสัยก็อยากทราบคำตอบ จึงคิดหาวิธีการที่จะทำให้ได้คำตอบ คำตอบที่ได้ก็คือความรู้ ดังนั้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วยความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติต้องจัดการเรียน การสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เน้นแต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งในสังคมปัจจุบันเป็นสังคมข้อมูลข่าวสารความรู้ต่างๆ เกิดขึ้นมากมายเกินกว่าจะบรรจุไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงควรที่จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทั้งกระบวนการวิทยาศาสตร์และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป อันจะเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนให้ใช้วิธีการคิดและวิธีการปฏิบัติ ซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ อ้างถึงใน มงคล เสนามนตรี, 2540, 84)

หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการและทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ โดยมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการค้นคว้า ทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการและกฎเกณฑ์ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสได้ฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและความคิด ฝึกการสังเกตตั้งสมมติฐานบันทึกข้อมูล และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตลอดทั้งการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปการจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์มุ่งให้นักเรียนเป็น คนช่างคิดและหาเหตุผลเพื่อตอบปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลองด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนวทางและแนะนำ ไม่ต้องการให้ครูใช้วิธีบรรยาย เหมือนแต่ก่อนและต้องการให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในด้านการวัดผลประเมินผล ก็ต้องปรับปรุงให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน ไม่ใช่วัดเฉพาะเนื้อหาแต่ต้องวัดให้ครอบคลุมจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจากรายงานคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2553 นครศรีธรรมราช เขต 12 ผลการประเมินคุณภาพการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2553 มีคะแนนเฉลี่ย 28.53 ต่ำกว่าคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) และระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 29.17 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2554) แสดงให้เห็นว่าคะแนนคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2553 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ จากข้อมูลจึงนำมาสรุปงานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น (เขตพื้นการศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4, 2555)

ชุดกิจกรรมเป็นการพัฒนามาจากวิธีการเรียนการสอนหลายๆ ระบบเข้ามาผสมผสานให้กลมกลืนกันนับตั้งแต่การเรียนรู้ด้วยตนเอง การร่วมกิจกรรมกลุ่ม การใช้สื่อในรูปแบบต่างๆ การเรียนการสอนวิธีนี้เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด (สุนันทา สุนทรประเสริฐ, 2549, 107) ในส่วนของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คือการประยุกต์ชุดการเรียนการสอนเข้ากับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อใช้เป็นนวัตกรรมการสอนทางวิทยาศาสตร์ศึกษา จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้หรือสร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีระบบ ส่งผลให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จิตวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น (ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล, 2550) และจากงานวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าการสอนตามคู่มือครูเพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกันก็มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้มีผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อการเรียนรู้สูงขึ้น (พูลทรัพย์ โพธิสุ์, 2546) เพราะชุดกิจกรรมจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีอิสระเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยใช้ความสามารถตามความต้องการของตน ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความรับผิดชอบทำให้มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้และปฏิบัติจริง เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ในส่วนของการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ตามเนื้อหาที่ผู้สอนบอก อธิบายให้ฟัง หรือจากหนังสือเรียน ไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากปฏิบัติกิจกรรม และไม่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดสื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกไม่อยากเรียน เบื่อและไม่ตั้งใจเรียน การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาและส่วนที่เป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจะช่วยทำให้ผู้เรียนได้รับความรูพร้อมกับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ส่งผลให้มีผลการเรียนรู้สูงขึ้น (สกาว แสงอ่อน, 2546, 73)

ผู้วิจัยจึงสนใจจะพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงว่าสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

2. เพื่อประเมินผลของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรต้น		ตัวแปรตาม
การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วยโครงสร้างดังนี้ 1. ชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมในการใช้พัฒนาการเรียนของชุดกิจกรรมผ่านเกณฑ์ 80/80 2. คำชี้แจง จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ ขั้นกิจกรรม การวัดผลและประเมินผล 3. ใบกิจกรรมและแบบบันทึกกิจกรรม 4. กิจกรรมแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมแบบทดสอบก่อน – หลังหน่วยการเรียนรู้ 5. เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังหน่วยการเรียนรู้	→	1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 2. ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความเหมาะสมในการใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ดังนี้

1.1 นักเรียนสามารถทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ80 ของนักเรียนทั้งหมด

1.2 นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลชุดกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ80 ของนักเรียนทั้งหมด

1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ในระดับความพึงพอใจไม่น้อยกว่าร้อยละ90ของนักเรียนทั้งหมด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช หลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมนักเรียนทั้งหมด 40 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว 32242 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการสังเคราะห์แสง หน่วยย่อยที่ 1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 2 สารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 3 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 4 แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

ระยะเวลาที่ใช้เวลาการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อที่มีรายละเอียดดังนี้ 1) ชื่อชุดกิจกรรม 2) คำชี้แจง 3) ชื่อหน่วยการเรียนรู้ 4) กิจกรรม โดยมีส่วนประกอบย่อยคือ จุดประสงค์ของกิจกรรม คำชี้แจงของกิจกรรม เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนการสอน วิธีการทำกิจกรรม แบบบันทึกผลกิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม 5) แบบทดสอบก่อนและหลังหน่วยการเรียนรู้ 6) คำเฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังหน่วยการรู้เรียนรู้

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้ประเมินตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมของนักเรียน ระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์แสง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดพฤติกรรมดังนี้

2.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์ไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆหรือจากที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้แล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง ความประทับใจ ความรู้สึก ชอบ ไม่ชอบ หรือความคิดเห็นที่นักเรียนได้แสดงออกหลังจากนักเรียนได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

ประโยชน์ของการวิจัย

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. สามารถเป็นแนวทางในการนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ไปปรับใช้กับวิชาอื่นๆ ต่อไป

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
   1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
   1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
   1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
   1.4 หลักในการสร้างชุดกิจกรรม
   1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
2. ความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายความพึงพอใจ
   2.2 ทฤษฎีสร้างความพึงพอใจ
   2.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน
   2.4 การวัดความพึงพอใจ
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดการเรียน (learning packages) หรือชุดการสอน (instructional packages) เดิมมักใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ผู้สอนนำมาใช้ประกอบการสอนแต่ต่อมามีแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น นักการศึกษาจึงเปลี่ยนมาใช้คำว่าชุดการเรียน (learning packages) เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของผู้เรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของผู้สอนกิจกรรมของผู้สอนและผู้เรียนต้องเกิดขึ้นคู่กัน (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524, 174 – 175) และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “ชุดกิจกรรม”

ศิริลักษณ์ หนองเส (2545, 6) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ว่าหมายถึงสื่อการเรียนการสอนที่ใช้เพื่อพัฒนาคุณลักษณะในตัวนักเรียนในด้านการเรียนรู้ การเสาะแสวงหาความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

แคปเฟอร์และแคปเฟอร์ (Kapfer; &Kapfer, 1972, 3–10) ได้ให้ความหมายของคำว่าชุดการเรียนไว้ว่าเป็นรูปแบบการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนจนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้ ส่วนเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการเรียนนำมาจากขอบข่ายความรู้ที่หลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งต้องสื่อความหมายให้แก่ผู้เรียนอย่างชัดเจน จนผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

กู๊ด (Good, 1973, 306) ได้กล่าวว่าชุดการสอนเป็นชุดโปรแกรมการสอนประกอบด้วยสื่อการสอนเครื่องมือการเรียนรู้เครื่องมือแนะนำผู้สอนหรือคู่มือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงจุดประสงค์การเรียนรู้

ความหมายของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมหมายถึงสื่อการสอนที่ผู้สอนสร้างขึ้นประกอบด้วยสื่อวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดประกอบเข้ากันเป็นชุดเพื่อเกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอนและทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของชุดกิจกรรม

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, 185 – 186) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, 94 – 95) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบการบรรยายสำหรับผู้สอนใช้เป็นตัวกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ผู้สอนใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของผู้สอนให้ลดน้อยลง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมมากขึ้น ชุดกิจกรรมนี้จะมีเนื้อหาหน่วยเดียวใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่มชุดกิจกรรมนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันชุดกิจกรรมนี้จะประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์กิจกรรมนั้น ผู้เรียนอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อยในระยะที่เริ่มเท่านั้น ในขณะทำกิจกรรมหากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามผู้สอนได้เสมอ

3. ชุดกิจกรรมเป็นรายบุคคลเป็นชุดกิจกรรมที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อจบแล้วจะทำการการทดสอบประเมิน

ความก้าวหน้าและศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาจะปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525, 250 - 251) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูเป็นชุดที่จัดไว้สำหรับให้เป็นคู่มือหรือเครื่องมือสำหรับให้ครูนำไปใช้สอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง โดยครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู

2. ชุดการเรียนการสอนเป็นชุดสำหรับนักเรียนที่จัดให้นักเรียนใช้ครูมีหน้าที่จัดอุปกรณ์และชุดการเรียนการสอนให้ แล้วคอยรับการรายงานผลเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาชุดการเรียนการสอนแบบนี้ฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดการเรียนการสอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันเรียนมีลักษณะผสมระหว่างชุดการเรียนการสอนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 โดยมีครูเป็นผู้คอยดูแลและกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนดูกิจกรรม บางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดการเรียนการสอนแบบนี้เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาอย่างยิ่ง ซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักเรียนด้วยตนเองภายใต้การดูแลของครู

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, 118) ได้จำแนกประเภทของชุดการเรียนการสอนไว้ 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายเป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยผู้สอนให้พูดน้อยลงและใช้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมเป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่มเช่นการสอนแบบศูนย์การเรียนกลุ่มสัมพันธ์เป็นต้น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวหน้าไปข้างหน้าตามความสามารถความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกลเป็นชุดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากันมุ่งให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าเรียน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526, 152) สุนันท์ สังข์อ่อง (2526, 41 – 42) ธีรชัย ปูรณโชติ (2535, 418 – 419) ได้จัดประเภทของชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยายหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชุดการสอนสำหรับครูใช้คือเป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนมากมายหลายชนิด เช่นแผ่นโปร่งใส สไลด์ ฯลฯ ให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลง และเปิด

โอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ชุดการสอนนี้เหมาะสำหรับการสอนเป็นกลุ่มใหญ่หรือนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่มชุดการเรียนการสอนแบบนี้เน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดในรูปศูนย์การเรียนชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ให้นักเรียนหมุนเวียนทำกิจกรรมในชุดการสอนที่จัดไว้ประจำแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนอาจต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินกับวิธีการใช้แล้วผู้เรียนอาจช่วยเหลือกันเองได้เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้วผู้เรียนอาจสนใจเรียนเสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่ต้องรอคอยบุคคลอื่น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นชุดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลักในการเรียนรู้โดยจัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นของความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนและผู้สอนจะปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียน ชุดการสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปได้จนสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลาคอยผู้อื่นอันเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนใจปัจจุบันนี้

จากการจำแนกประเภทของชุดการเรียนการสอนของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่าประเภทของชุดการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล ชุดกิจกรรม ชุดการเรียนการสอนแบบผสมและชุดการเรียนการสอนทางไกล ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนการสอนประเภทชุดการเรียนการสอนสำหรับครู

องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

การสร้างชุดการเรียนการสอนได้ยึดองค์ประกอบตามความคิดของนักวิชาการหลายท่านมาเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของชุดการสอนดังต่อไปนี้คือ

ชม ภูมิภาค (2526, 28 – 29) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หัวเรื่องคือการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยแต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเพื่อมุ่งให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้ชุดการสอนจะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นสิ่งแรกจะทำให้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน

2.2 สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมก่อนสอน

2.3 บทบาทของนักเรียน

2.4 การจัดชั้นเรียน

2.5 แผนการสอน

3. วัสดุอุปกรณ์การเรียนอันได้แก่สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ สำหรับจะให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า

4. บัตรงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มบัตรงานนี้อาจเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ชื่อบัตรกลุ่มหรือหัวข้อคำสั่งว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอะไรบ้าง กิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นของการเรียน

5. กิจกรรมสำรองจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มซึ่งกิจกรรมสำรองนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่นได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการเสริมการเรียนรู้ได้อย่างกว้างและลึก

6. ขนาดและรูปแบบของชุดการสอนที่ดีไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไปเพื่อความสะดวกในการใช้และความสวยงามในการเก็บรักษา

บุญชม ศรีสะอาด (2528, 169) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. คู่มือการใช้ชุดการสอนเป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพอาจประกอบด้วยแผนการสอนสิ่งที่ครูต้องเตรียมบทบาทของผู้เรียนและการจัดชั้นในกรณีของชุดการเรียนการสอนที่มุ่งใช้กลุ่มย่อยเช่นศูนย์การเรียน

2. บัตรงานเป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้างโดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการเรียนเสร็จแล้วผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่างๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกันอาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่นบทความเนื้อหาเฉพาะเรื่องจุลสารบทเรียนโปรแกรมหรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพแผนภูมิต่างๆ เทปบันทึกเสียงฟิล์มสตริปสไลด์ขนาด 2x2 นิ้วของจริงเป็นต้น

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, 95 -96) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของชุดการเรียนการสอนดังนี้

1. คู่มือครูเป็นคู่มือและแผนการสอนสำรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดการเรียนการสอนภายในคู่มือจะชี้แจงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำจะเปลี่ยนส่วนที่บอกให้ผู้เรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้มีอยู่ในชุดการเรียนการสอนบัตรคำสั่ง ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษาคำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อจะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรมสไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลองของตัวอย่างรูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรกำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผลผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินที่อยู่ในชุดการสอนอาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกจับคู่ดูผลจากการทดลองหรือให้ทำกิจกรรมเป็นต้น

ฮุสตัน (1972, 10 – 15) กล่าวว่าชุดการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

1. คำชี้แจงอธิบายความสำคัญและขอบข่ายของชุดการเรียนการสอน

2. จุดมุ่งหมาย

3. การประเมินผลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใดในการเรียนการสอนชุดนั้นและเพื่อดูว่ามีผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายเพียงใด

4. การกำหนดกิจกรรมคือการกำหนดแนวทางและวิธีที่จะนาไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

5. การประเมินผลขั้นสุดท้ายเป็นการทดสอบเพื่อวัดผลหลังเรียนแล้ว

กรีน (Green, 1976, 38 -47 อ้างถึงใน มลฑา นิรทัย, 2535, 32) ได้กล่าวว่าชุดการเรียนการสอนด้วยตนเองประกอบด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบนำมาใช้ก่อนและหลังการเรียนเพื่อให้แน่ใจว่าต้องการศึกษาและนักเรียนไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทำมาก่อนและอีกประการหนึ่งก็คือเป็นการกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในการทำงานต่อไป

2. บัตรทดลองจะประกอบด้วยปัญหาที่จะนำไปสู่อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและดำเนินการทดลองจากการศึกษาเนื้อหาขององค์ประกอบชุดการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้น

ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวความคิดในการสร้างชุดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีองค์ประกอบ 2 ส่วนดังนี้ส่วนที่ 1 คู่มือครูผู้สอนหรือผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้ประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับผู้สอนกิจกรรมการเรียนการสอนแผนการสอนแบบทดสอบหลังเรียนเฉลยแบบทดสอบแบบทดสอบประจำชุดการเรียนการส่วนส่วนที่ 2 ชุดกิจกรรมนักเรียนประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหาแบบฝึกหัดเฉลยแบบฝึกหัด

จากการศึกษาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรม ประกอบด้วย

1. คู่มือในการใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งในคู่มือจะมีรายละเอียดของชุดกิจกรรม เช่น คำชี้แจง บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม
2. แบบทดสอบ
3. แบบประเมินผล

หลักในการสร้างชุดกิจกรรม

การสร้างและพัฒนาชุดการเรียนการสอนมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, 189 – 192) อธิบายขั้นตอนการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. จะต้องศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียดว่าสิ่งที่เราจะนำมาทำเป็นชุดการเรียนการสอนนั้นจะมุ่งเน้นให้เกิดหลักการของการเรียนรู้อะไรบ้างให้กับผู้เรียน นำวิชาที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์แล้วมาแบ่งเป็นหน่วยของการเรียนการสอนของแต่ละหน่วยนั้นจะมีหัวเรื่องย่อยๆ รวมอยู่อีกที เราจะต้องพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในหน่วยอื่นๆ อันจะสร้างความสับสนให้กับผู้เรียนได้ และควรคำนึงถึงการแบ่งหน่วยการเรียนการสอนแต่ละวิชานั้นควรจะเรียงตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาความรู้และลักษณะธรรมชาติในวิชานั้นๆ

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและแบ่งหน่วยการเรียนการสอนได้แล้วจะต้องพิจารณาตัดสินอีกครั้งว่าจะทำชุดการสอนแบบใด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่าผู้เรียนคือใคร จะให้อะไรกับผู้เรียน จะให้ทำกิจกรรมอย่างไรและจะทำได้ดีอย่างไรสิ่งเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนด

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอนโดยประมาณ เนื้อหาสาระที่เราจะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ตามชั่วโมงที่เรากำหนดโดยคำนึงถึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนุก น่าเรียนรู้ให้ความชื่นบานแก่ผู้เรียนหาสื่อการเรียนได้ง่าย พยายามศึกษาวิเคราะห์ให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งว่าหน่วยการเรียนการสอนนี้มีหลักการหรือความคิดรวบยอดหรือหลักการย่อยๆ อะไรบ้างที่จะต้องศึกษา พยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4. กำหนดความคิดรวบยอดความคิดรวบยอดที่เรากำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนเพราะความคิดรวบยอดเป็นเรื่องของความเข้าใจอันเกิดจากประสาทสัมผัส

กับสิ่งแวดล้อม เพื่อตีความหมายอออกมาเป็นพฤติกรรมทางสมองแล้วนำสิ่งใหม่ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเกิดเป็นความคิดรวบยอดฝังอยู่ในความจำ มนุษย์ต้องมีประสบการณ์ต่างๆ พอสมควรจึงจะสรุปแก่นแท้ของการเรียนรู้เกิดเป็นความคิดรวบยอดได้

5. จุดประสงค์การเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอดโดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นได้จากภายหลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่องจบไปแล้ว โดยผู้สอนสามารถวัดได้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ ถ้าผู้สอนจะกำหนดหรือระบุให้ชัดเจนมากเท่าใดก็ยิ่งมีทางประสบความสำเร็จในการสอนมากเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้เวลาตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อให้เหมาะสมถูกต้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ

6. การวิเคราะห์งานคือการนำจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์งานเพื่อหากิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนให้เหมาะสมถูกต้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้แต่ละข้อ

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องนำกิจกรรมการเรียนของแต่ละข้อที่ทำการวิเคราะห์งานและเรียงลำดับกิจกรรมไว้แล้วทั้งหมดนำมาหลอมรวมกันเป็นกิจกรรมการเรียนขั้นที่สมบูรณ์ที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนกันในการเรียน โดยคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียนวิธีดำเนินการให้มีการเรียนการสอนขึ้น ตลอดจนการติดตามผลและประเมินผลพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาเมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว

8. สื่อการเรียนคือวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนที่ครูและนักเรียนกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องจัดทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อยถ้าสื่อการเรียนเป็นของที่ใหญ่โตหรือมีคุณค่าจะต้องจัดเตรียมมาก่อนจะเขียนบอกให้ชัดเจนในคู่มือครูเกี่ยวกับการใช้ชุดการการเสนอว่าจะจัดหาได้ ณ ที่ใดเช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องบันทึกเสียงและพวกสิ่งที่เก็บไว้ไม่ได้ทนทานเพราะเกิดการเน่าเสียเช่นใบไม้พืชสัตว์เป็นต้น

9. การประเมินผลคือการตรวจสอบดูว่าหลักจากการเรียนการสอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่จุดประสงค์การเรียนกำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้จะใช้วิธีใดก็ตามแต่จะสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนที่เราตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่เราตั้งไว้เมื่อใดความยุติธรรมก็จะไม่เกิดขึ้น ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมาก็เป็นการเสียเวลาและไม่มีคุณภาพ

10. การทดลองใช้ชุดการเรียนการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของชุดการเรียนการสอนว่าจะผลิตออกมาขนาดเท่าใด และรูปแบบของชุดการเรียนการสอนจะออกเป็นเป็นแฟ้มหรือกล่อง สุดแล้วแต่ความสะดวกในการใช้การเก็บรักษาและความสวยงาม และควร

ทดลองดูก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงอย่างดี แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่โดยกำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

10.1 ชุดการเรียนการสอนนี้ต้องการความรู้เดิมของผู้เรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดการเรียนการสอนเหมาะสมหรือไม่

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสับสนวุ่นวายกับผู้เรียนและดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือไม

10.4 การสรุปผลการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆดีหรือไม่หรือจะต้องตรวจนับเพิ่มเติมอย่างไร

10.5 การประเมินผลหลังเรียนเพื่อตรวจสอบดูว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นให้ความเชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, 123) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอนไว้ 10 ขั้น

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอนแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนได้ในสัปดาห์หนึ่งหรือครั้งหนึ่ง

3. กำหนดหัวเรื่องผู้สอนจะต้องกำหนดว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอย่างไรบ้างแล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 5 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปรวมแนวความคิดสาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องเป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน

7. กำหนดแบบประเมินผลต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบสอบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมเรียบร้อยแล้วนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อสื่อการสอนวัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพเรียกว่าชุดการเรียนการสอน

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอนเพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ผู้สร้างจึงต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอนชุดการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพแล้ว สามารถนำไปสอนได้โดยกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที)

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน

10.5 ทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้

รุ่งทิวา จักรกร (2527, 89 -92) กล่าวถึงการสร้างชุดการเรียนการสอนว่าประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการเรียนการสอน
2. จัดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์
3. จัดหน่วยการสอน
4. กำหนดหัวเรื่อง
5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการให้ชัดเจน
6. กำหนดจุดประสงค์ในการสอน
7. วิเคราะห์งานโดยนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรม
8. ลำดับกิจกรรมการเรียน
9. กำหนดแบบประเมินผล
10. เลือกและผลิตสื่อการสอน
11. หาประสิทธิภาพชุดการสอน
12. ในกรณีที่ชุดการสอนแบบกลุ่มต้องหากิจกรรมสำรองซึ่งต้องเตรียมไว้เสริมความรู้เด็กที่เรียนเร็ว
13. สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย
14. ขนาดรูปแบบของชุดการสอนควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการใช้และมีความสะดวกในการเก็บรักษา

15. การใช้ชุดการสอนใช้ตามประเภทและจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้นนอกจากนั้นจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้เกี่ยวกับการสอนชุดนั้น

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2545, 42-45) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพไว้ดังนี้

ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้จัดทำพอใจ ซึ่งถ้าหากนวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพแล้ว แสดงว่านวัตกรรมนั้นมีคุณค่าในการนำไปใช้ และคุ้มค่าแก่การลงทุน ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior : E_1) คือ ประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหรือกระบวนการของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล โดยอาจจะดูจากงานที่ได้รัยมอบหมายและกิจกรรมอื่นที่ได้กำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior : E_2) คือประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น E_1คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้นผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดโดยพิจารณาว่าเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะกำหนดไว้ที่ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการมักจะกำหนดไว้ต่ำกว่านี้เช่น 75/75 เป็นต้น

การตรวจสอบประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาสามารถทำได้หลายวิธีซึ่งจะต้องพิจารณาวิธีการใช้ต่างๆ ให้สอดคล้องหรือเป็นไปได้แนวทางปฏิบัติเช่นเดียวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพที่มีเหลายเกณฑ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณานำมาใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนต้องมีเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสอดคล้อง และกระบวนการใช้สื่อการสอนแต่ละประเภทดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ไว้เองที่ประสิทธิภาพ 80/80

ความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ความหมายความพึงพอใจ

กู๊ด (Good, 1973, 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง สภาพคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่างๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

กิติมา ปรีดีดิลก (2529, 321) กล่าวว่าความรู้สึกชอบ พอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทางด้านวัตถุและทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ ได้กล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวกับพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของมาสโลว์ว่า หากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้รับการตอบสนองก็จะทำเขาเกิดความพึงพอใจ

อัครเดช จำนงธรรม (2549, 31) กล่าวว่าความพึงพอใจ คือความรู่สึกชอบ พอใจและประทับใจจากการได้รับการตอบสนองตามความต้องการและมีความสุขเมื่อได้รับซึ่งแสดงออกมาทางพฤติกรรม โดยสังเกตจากสายตา คำพูด และการแสดงออกพฤติกรรม

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ หรือประทับใจต่อสิ่งต่างๆ ที่ได้รับและสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งสังเกตจากพฤติกรมที่แสดงออก

ทฤษฎีสร้างความพึงพอใจ

อารีย์ พันธ์มณี (2546, 86-87) ได้กล่าวว่าทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและมีชื่อเสียง คือทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ที่กล่าวว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกันแต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น เขาได้ตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการเสมอและไม่สิ้นสุดขณะที่ความต้องการสิ่งใดได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการอย่างอื่นก็เกิดขึ้นอีกไม่มีวันสิ้นสุด
2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมอื่นต่อไป
3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงลำดับขั้น กล่าวคือ ความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง ซึ่งลำดับขั้นต้องการมนุษย์ มี 5 ขั้น

3.1 ความต้องการด้านร่างกาย เป็นความต้องเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอด เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม

3.2 ความต้องด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคง ถ้าความต้องการด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไปคือ ความรู้สึกที่ต้องการด้านร่างกายความปลอดภัย

3.3 ความต้องการด้านสังคม คือความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับทางสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

3.4 ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับ เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติและเห็นความสำคัญของตนเอง อยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จความรู้สึกความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ

3.5 ความต้องการความสำเร็จในชีวิต เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากเป็นความอยากตะเป็น อยากได้ตามความคิดของตน หรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ในขณะนั้น

จากทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ สรุปได้ว่าความต้องการทั้ง 5 ขั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การจูงใจตามทฤษฎีนี้จะต้องพยายามตอบสนองของมนุษย์ซึ่งมีความแตกต่างกันไป และความต้องการในแต่ละขั้นจะมีความสำคัญแก่บุคคลมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในลำดับนั้นๆ

วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน

บลูม (Bloom, 1976, 72-74) มีความคิดเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ต้องการ ก็คาดหวังได้แน่นอนว่านักเรียนทุกคนได้เตรียมสำหรับกิจกรรมทีตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจ เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมทางด้านจิตใจได้ชัดเจน

จรีพร แขวงเพชร (2552, 47) ได้กล่าวว่าวิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องมีการใช้จิตวิทยาในการจัดการเรียนการสอน เช่น การเสริมแรง การสร้างแรงจูงใจ การสร้างมีการส่วนรวมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การให้คิดค้นหาคำตอบตนเองตลอดจนการใช้สื่อที่มีประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนถ่ายทอดให้

การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับระดับความรู้สึกของนักเรียนเพราะความพึงพอใจเป็นลักษณะเฉพาะแต่ละบุคคลเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก การวัดจากบุคลิกภาพ แรงจูงใจ การรับรู้

ล้วน สายยศ ; อังคณา สายยศ (2536, 3-4) และวิไล รัตนพลที (2548, 33) ได้เสนอวิธีวัดไว้ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่า บุคคลมีความพึงพอใจต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร

2. การรายงายตนเอง เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกทีมีต่อสิ่งนั้นออกมาจากเล่านี้ สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจได้

3. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นการชักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

4. วิธีการวัดทางสรีระ คือเครื่องมือเพื่อสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงร่างกาย การวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดยการวัดด้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง

5. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีใช้กันอย่างแพร่หลาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

นางเจนจิรา แก้วคำแสน (2552) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำฟ้าและดวงดาวกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำฟ้าและดวงดาวกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.36/82.42 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำฟ้าและดวงดาว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 24.6 และคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 32.97 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำฟ้าและดวงดาวกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ย 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 เฉลี่ยระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

นายธีระพงษ์ นามสง่า (2550) ได้รายงานผลการใช้ชุดการสอนเรื่องร่างกายของเรา อาหารและสารเสพติดเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผลการศึกษาปรากฏผลดังนี้ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องร่างกายของเรา อาหารและสารเสพติดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 82.50/85.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องร่างกายของเราอาหารและสารเสพติดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องร่างกายของเราอาหารและสารเสพติดกลุ่มสาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจทุกด้านและโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

นางเพ็ญจิต ร แนวหล้า (2550) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์สิงหเสนี) กรุงเทพมหานครผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า 1) ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ทุกเล่มและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 87.64/85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 2) ผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนพบว่าโดยส่วนรวมมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 21.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.08 หลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.63 มีคะแนนเฉลี่ยในชุดการสอนแต่ละชุดเท่ากับ 8.84 8.84 8.68 8.88 8.66 8.78 และ 8.82 ตามลำดับคิดเป็นร้อยละ 88.40 88.40 86.80 88.88 86.60 87.80 และ 88.20 ตามลาดับ 3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการสอนพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 4) การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนพบว่าโดยส่วนรวมมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .637 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้ 5) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ชุดการสอนโดยส่วนรวมอยู่ในระดับพอใจมากที่สุด

นางรวงทอง รักษ์คิด (2550) ได้มีการวิจัยพัฒนาชุดการสอนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวันชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองยาง จังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้ชุดการสอนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน 2) ชุดการสอนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวันที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.39/80.11 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 3) ผลทางการเรียนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สูงขึ้นร้อยละ 15 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวันสูงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 6) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกศึกษาปีที่ 6 เรื่องสารในชีวิตประจำวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.14 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

นายสุชาติ สิริคา (2550) ได้รายงานผลการพัฒนาและใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสมวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงมวลและกฎการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบสื่อประสมวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงมวลและกฎการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 81.24/82.33 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงมวลและการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงมวลและกฎการเคลื่อนที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 (22.5 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญ .01 4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสม

งานวิจัยต่างประเทศ

เดล (Dale, 1973, 6481-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโดยวิธีการสอนปกติกับการเรียนโดยใช้ชุดการสอนของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

มีค (Meek, 1972, 4296-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้ชุดการสอนกับวิธีสอนแบบธรรมดาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้จากการใช้ชุดการสอนและวิธีสอนแบบธรรมดาสาหรับสอนนักศึกษาครูผลการวิจัยพบว่าวิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนด้วยวิธีสอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีวาส (Vivas, 1985, 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของผู้เรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซูเอลาโดยใช้ชุดการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้านคือด้านความคิดด้านความพร้อมในการเรียนด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านเชาว์ปัญญาและด้านการปรับตัวทางสังคมผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีความสามารถในด้านความคิดด้านความพร้อมในการเรียนด้าน

ความคิดสร้างสรรค์ด้านเชาว์ปัญญาและด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการสอนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับสอนแบบปกติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชุดการสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดการสอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยเชื่อว่าหากครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนหรืออาจใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพื่อที่จะได้พัฒนาคนให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่องผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาสาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้คือประชากร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ แบบแผนการทดลอง วิธีการดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมนักเรียนทั้งหมด 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ขั้นตอนประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต

วิธีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

1. สร้างชุดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาหลักสูตร คู่มือครูในด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยยึดแนวคิดและหลักการสร้างชุดการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, 19)

1.1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยที่ 2 เรื่องสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยที่ 3 เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยที่ 4 เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรม เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.3 จัดทำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยแต่ละหน่วยของชุดกิจกรรมประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.3.1 คำชี้แจง แผนการจัดการเรียนรู้

1.3.2 จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ ขั้นกิจกรรม การวัดผลและประเมินผล

1.3.3 ใบกิจกรรมและแบบบันทึกกิจกรรม

1.3.4 กิจกรรมแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม แบบทดสอบก่อน – หลังหน่วยการเรียนรู้

1.3.5 เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังหน่วยการเรียนรู้

1.4 ตรวจสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ 1) ด้านสาระการเรียนรู้คือ จบการศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอก สาขาวิชาชีววิทยา จำนวน 2 ท่าน สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและการสอน และมีประสบการณ์ด้านการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

1.5 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรหมคีรีพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งมีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อให้เห็นกระบวนการ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมสาระการเรียนรู้ ความเหมาะสมกับเวลา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในกลุ่มทดลอง

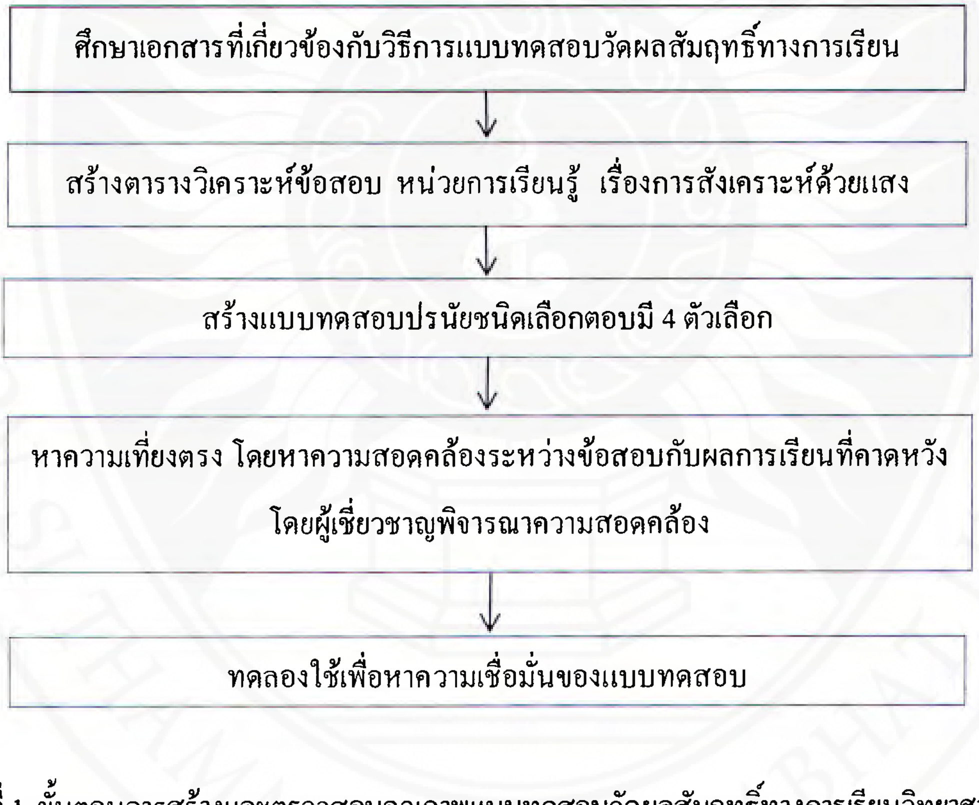
1.6 นำชุดกิจกรรมที่นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช จำนวน 40 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการยอมรับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม พิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมย่อยแต่ละชุด คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรมแต่ละชุด

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังใช้ชุดกิจกรรม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์

ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังภาพ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผลการเรียน

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่นำมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้การสังเคราะห์ด้วยแสง วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ \ พฤติกรรม	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปราย เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	2	1	-	-	3
2. อภิปรายและสรุปการดูดกลืนแสงของสารสีต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสืบค้นข้อมูลและสรุปขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	2	4	-	1	7
3. สืบค้นข้อมูลและสรุปขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	1	2	-	1	4
4. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ อภิปรายและสรุปการดูดกลืนแสงของสารสีต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	4	4	-	4	12
5. มีจิตวิทยาศาสตร์	2	2	-	-	4
รวม	**11**	**13**	**-**	**6**	**30**

3. สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกคำตอบมี 4 ตัวเลือกจำนวน 60 ข้อ ให้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้นำมาจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตัวอย่างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ในกระดาษคำตอบ

1. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นได้ในเวลาใด

ก. กลางวันเท่านั้น

ข. ตลอดเวลาที่มีแสงเพียงพอ

ค. เฉพาะกลางวันที่มีแสงแดดจัด

ง. ตลอดเวลาแต่กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน

2. แหล่งผลิตอาหารที่สำคัญที่สุดของพืชสีเขียว คือข้อใด

ก. ใบ

ข. ลำต้น

ค. คลอโรฟิลล์

ง. คลอโรพลาสต์

3. จากการทดลองหาแป้งในใบพลูด่างสีเขียวขาว พบว่าบริเวณที่มีสีขาวไม่มีแป้ง การทดลองนี้อธิบายข้อใดต่อไปนี้ได้ดีที่สุด

ก. บริเวณที่มีสีขาวมีการหายใจ

ข. ตำแหน่งที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงคือใบ

ค. แสงจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. คลอโรฟิลล์จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ คือตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากว่า 1 ข้อให้ 0 คะแนน

4. หาความเที่ยงตรงโดยหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่ ลักษณะการใช้คำถามตัวเลือก ตัวลวงพฤติกรรมที่ต้องการและความถูกต้องด้านภาษา เลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5. หาความยากง่าย (p) ค่าระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าระหว่าง 0.2-1.0 โดยนำแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช จำนวน 40 คน แล้วนำผลที่ได้

วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) พิจารณาค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง .0.2-0.8

6. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Rechardson) พิจารณาค่าความเชื่อมั่น อยู่ระหว่าง .60 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์แบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนสร้างแบบสอบถามดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

2. กำหนดขอบเขตจะนำมาสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจดังนี้

   2.1 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

   2.2 สื่อประกอบชุดกิจกรรม เช่น ใบความรู้ ใบงาน

   2.3 รายละเอียด คำชี้แจง

3. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

4. ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นครูผู้ชำนาญการในสาขาวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลการศึกษา

5. คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งให้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ปรับปรุงและแก้ไขคำถามบางข้อตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. จัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีการทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

ทดสอบก่อนเรียน	การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ทดสอบหลังเรียน
T1	X	T2

เมื่อ T1 แทน การทดสอบก่อนการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

T2 แทน การทดสอบหลังใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

X แทน การใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ในการวิจัยให้นักเรียน รวมทั้งขอความร่วมมือในการทดลอง หลังจากนั้นทำ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest)

2. ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สร้างขึ้นจำนวน 4 ชุดกิจกรรม ดังนี้

   2.1 ชุดที่ 1 เรื่องการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

   2.2 ชุดที่ 2 เรื่องสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

   2.3 ชุดที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

   2.4 ชุดที่ 4 เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. ขั้นหลังการทดลองผู้วิจัยใช้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียนและเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) ในการดำเนินการทดสอบผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

4. ขั้นตอนแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต

8. นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มาเทียบกับเกณฑ์เพื่อแปลผลคะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2540, 100)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 ถึง 1.49 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 ถึง 2.49 คะแนน หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 ถึง 3.49 คะแนน หมายถึงนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 ถึง 4.49 คะแนน หมายถึงนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 ถึง 5.00 คะแนน หมายถึงนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้ t-test แบบ in dependent samples

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ์ ประจัญบาน, 2552, 214)

$$\mu = \frac{\Sigma x}{N}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ρ) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, 79)

$$\rho = \frac{\sqrt{N\sum X^2 - ([\sum X)]^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ ρ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 การตรวจสอบความตรงของเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence หรือ IOC) ระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยแบ่งเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนกลุ่มละ 25 % โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P แทน ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N_H แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่ง

N_L แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

$$r = \frac{R_H - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder- Rechardson) โดยใช้สูตร (มลิวัลย์ สมศักดิ์, 2550)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในแต่ละข้อหรือ q= 1-p

3. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม โดยใช้สูตร E2 /E2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528, 294-296) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{\frac{N}{A} \times 100} \quad \text{และ} \quad E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B} \times 100}$$

เมื่อ E_1 แทน คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_2 แทน คะแนนของการใช้แบบทดสอบหลังเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

A แทน คะแนนเต็มของการแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยสถิติทดสอบ ที่แบบอิสระ (t-test Dependent) (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, 109)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2 + S_L^2}{N}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนก

$\bar{X}_H$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N แทน จำนวนกลุ่มประชากร

μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

ρ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าพิจารณาในการแจกแจงแบบทีใน (t-distribution)

* แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_1 แทน ประสิทธิภาพของการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดของแต่ละกิจกรรม

$\sum F$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรความหมายข้อมูลเป็นดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ไดรับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้สถิติ t-test In Dependent Sample

3. เปรียบเทียบความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

1. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

คะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	**คะแนนเฉลี่ยรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน**
ชุดที่1 ชุดที่2 ชุดที่3 ชุดที่4 80.5 81.16 81.5 86.00	82.00
ประสิทธิภาพของกระบวนการ = 82.29	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์= 82.00
E_1/E_2 = 82.29/82.00	

จากตารางที่ 2 พบว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประสิทธิภาพกระบวนการเท่ากับ 82.29 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 82.00 แสดงว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.29/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วนำผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้การพิจารณา ค่า t จาก t– test In Dependent Sample

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	μ	ρ	t	P
ทดสอบก่อนเรียน	40	447	11.28			
ทดสอบหลังเรียน	40	708	17.78	3.35	11.95	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตารางที่ 3 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	μ	ρ	แปลผล
ด้านปัจจัยนำเข้า			
1. คู่มือนักเรียนมีบัตรคำสั่ง คำถามมีข้อแนะนำที่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจในงานที่ทำ	4.38	0.49	มาก
2. ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	4.55	0.50	มากที่สุด
3. เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	4.53	0.68	มากที่สุด
4. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	4.50	0.50	มากที่สุด
5. วัสดุในการจัดกิจรรมการเรียนมีความเหมาะสม	4.30	0.46	มาก
6. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	4.68	0.47	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	**4.49**	**0.82**	**มาก**

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการ	μ	ρ	แปลผล
ด้านกระบวนการ			
6. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าพอใจ	4.50	0.50	มากที่สุด
7. ขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	4.50	0.50	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น	4.40	0.49	มาก
9. กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น	4.50	0.50	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	**4.47**	**0.01**	**มาก**
ด้านผลผลิต			
10. นักเรียนเกิดความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์	4.75	0.44	มากที่สุด
11. นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.60	0.50	มากที่สุด
12. ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสาระการเรียนรู้อื่น	4.30	0.46	มาก
รวมเฉลี่ย	**4.7**	**0.08**	**มากที่สุด**
รวมเฉลี่ยทุกด้าน	**4.5 0**	**.12**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่าด้านปัจจัยนำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 อยู่ในระดับมาก ด้านกระบวนการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 อยู่ในระดับมาก ด้านผลผลิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7 อยู่ในระดับมากที่สุด สรุปได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช ซึ่งสรุปสาระสำคัญไว้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

2. เพื่อประเมินผลของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงมีความเหมาะสมในการใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ดังนี้

1.1 นักเรียนสามารถทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ80 ของนักเรียนทั้งหมด

1.2 นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลชุดกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ80 ของนักเรียนทั้งหมด

1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ในระดับความพึงพอใจไม่น้อยกว่าร้อยละ90ของนักเรียนทั้งหมด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช หลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการ

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้อง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมนักเรียนทั้งหมด 40 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการสังเคราะห์แสง หน่วยย่อยที่ 1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 2 สารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 3 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หน่วยย่อยที่ 4 แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. ระยะเวลาที่ใช้เวลาการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ขั้นตอนประกอบด้วย

1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต

5. การดำเนินการวิจัย

5.1 ขั้นก่อนการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ในการวิจัยให้นักเรียน รวมทั้งขอความร่วมมือในการทดลอง หลังจากนั้นทำ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest)

5.2 ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สร้างขึ้นจำนวน 4 ชุดดังนี้

5.2.1 ชุดที่ 1 เรื่องการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

5.2.2 ชุดที่ 2 เรื่องสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

5.2.3 ชุดที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

5.2.4 ชุดที่ 4 เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

5.3 ขั้นหลังการทดลองผู้วิจัยใช้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียนและเก็บคะแนนไว้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) ในการดำเนินการทดสอบผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

5.4 ขั้นตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิต

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองกับประชากร แล้วนำคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร E_1/E_2

2. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ผลโดยใช้การพิจารณาค่า t-test Dependent Sample

3. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.29/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราชที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จากการค้นคว้าสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พบว่าหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เป็นเช่นอาจเนื่องมาจากชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในส่วนของเนื้อหา การใช้ภาษา สถานการณ์และกิจกรรม ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม มีการเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง จนมีความรู้ความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทบวงมหาวิทยาลัย (2525, 1-5) ที่กล่าวไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์เป็นผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาคม ขุ่นด้วง (2539, 89-90) ได้ศึกษาพบว่าหลังจากนักเรียนได้ใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องพืช และ สัตว์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และงานวิจัยของ เสาวภา สมวิวัฒนกุล (2541, บทคัดย่อ) ยังศึกษาพบว่าหลังจากนักเรียนใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้การใช้ภาษาในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนมีความชัดเจนเข้าใจได้ตรงกัน จนประสบความสำเร็จตามความสามารถของตนเองและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งตรงกับแนวคิดของ สมบูรณ์ ชิตพงษ์และคนอื่นๆ (2540, 6 - 7) ซึ่งกล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางสมองด้านการคิด (Thinking) ที่แสดงออกเป็น 6 พฤติกรรมได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิวาส (Vivas, 1985, 603) ได้ศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนเกี่ยวกับการรับรู้ทางความคิด และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ในส่วนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมด้านความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน จนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถนำมวลประสบการณ์ต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิดา อยู่ยืน (2539, บทคัดย่อ)

ได้ศึกษาพบว่าหลังจากนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นการสนับสนุนการวิจัย ซึ่งพบว่าหลังจากนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มากที่สุดที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สร้างความแปลกใหม่ให้กับนักเรียน นอกจากนี้การเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จะช่วยลดบทบาทครู เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้นอีกทั้งยังสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยทำนองเดียวกับของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, 117) และสอดคล้องกับงานวิจัย จักรกฤษ์ จันทะคุณ และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมสิ่งเสริมการอ่าน คิด วิเคราะห์และเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัย ธนัตต์วรรณ ธนบัตร (2554) ได้ศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับกับการพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการคิด วิเคราะห์โดยใช้ข่าวจากหนังสือพิมพ์รายวันสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทัยวรรณ แสนอุ่น (2555) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่องต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงไปใช้ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดทุกขั้นตอนและทดลองทำกิจกรรมของชุดกิจกรรมทุกหน่วยก่อนทุกครั้งเพื่อทำความเข้าใจและเตรียมความพร้อมทั้งด้านกิจกรรมการเรียนและสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

2. ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมผู้สอนควรดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยแนะนำให้นักเรียนระมัดระวังอันตรายในการทำกิจกรรม

3. ผู้สอนควรแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักการที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมไปศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มเติมและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ผู้สอนสามารถนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้โดยปรับให้เหมาะสมกับระดับช่วงชั้นของผู้เรียนและสภาพของสถานศึกษา

5. เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมผู้สอนอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมตามระดับความสามารถของนักเรียนและระยะเวลาของกิจกรรมแต่ไม่ควรมากเกินไปอาจจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับช่วงชั้นอื่นๆ โดยปรับเนื้อหาและกิจกรรมให้มีความยากง่ายและเหมาะสมกับช่วงชั้นของนักเรียนหรือพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อื่นๆ

2. ควรศึกษาผลการเรียนรู้จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ เช่นทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. ควรศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ในขั้นบูรณาการเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นสูงขึ้นไป

4. ควรมีการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทำแผนที่ความคิดเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะในการคิดและการจัดระเบียบทางความคิดส่งเสริมอิสระในทางความคิดของนักเรียน

5. ควรส่งเสริมให้กลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ภาษาต่างประเทศ สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี รวมทั้งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เองได้พัฒนาชุดกิจกรรมขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนเพื่อส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพิ่มมากขึ้นและนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันตลอดจนถึงอนาคต

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2546). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

__________. (2545). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). **วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน.** กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กิติมา ปรีดีดิลก. (2529). **ทฤษฎีบริหารองค์การ.** กรุงเทพมหานคร: ชนะการพิมพ์.

ชม ภูมิภาค. (2526). **เทคโนโลยีการสอนและการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: เทคโนโลยีประสานมิตร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). **นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาการสอน.** กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2546). **เทคโนโลยีทางการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ทบวงมหาวิทยาลัย คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์. (2525). **ชุดการเรียนการสอนสำหนับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม1-3.** กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย.

ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล. (2546). **แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์.** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2544). **นวัตกรรมการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด SR Printing.

บุญชม ศรีสะอาด. (2528). **การพัฒนาหลักสูตรและการสอน.** มหาสารคาม: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

พูลทรัพย์ โพธิ์สุ. (2546). **การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและสัตว์.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มลิวัลย์ สมศักดิ์. (2552). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวิจัยทางการศึกษา.** นครศรีธรรมราช: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). **เทคนิคการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วิชัย วงศ์ใหญ่. (2525). **พัฒนาหลักสูตรและการสอนแนวใหม่.** กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองการพิมพ์.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). **การวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ศิริลักษณ์ หนองเส. (2545). **การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อารีย์ ทวีลาภ. (2546). **การศึกษาแบบการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามระบบ 4 MAT**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Brown, M.R. (1971). **“Some Startegies Used in primary Schools for Initiating and Implementing Change”**. Unpublished M.Ed. Thesis University of Manchester. Bloom, Benjamins. (1976). **Human Characteristics and School Learning**. New York.

DeBono, Edward. (1970). **Lateral Thinking: Creativity Step by step**. New York: Harper&Row.

McGraw-Hill Book Company.ood, Cater Victor. (1973). Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Book Co.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ พิเศษ ว.082/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

8 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สิริกุล เพชรหวล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย จำนวน ชุด

ด้วยนางสาวนาเดีย คาเร็ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถามพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษาจะขอนำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักเลขานุการ
โทรศัพท์ 0-7537-7438
โทรสาร 0-7537-7438

ที่ ศธ พิเศษ ว.082/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

8 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุภาวดี รามสูตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย จำนวน ชุด

ด้วยนางสาวนาเดีย คาเร็ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถามพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษาจะขอนำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักเลขานุการ
โทรศัพท์ 0-7537-7438
โทรสาร 0-7537-7438

ที่ ศธ พิเศษ ว.082/2556

สำนักงานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

8 กรกฎาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการวิจัย จำนวน ชุด

ด้วยนางสาวนาเดีย คาเร็ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย ดร.จิต นวนแก้ว เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างการใช้ภาษาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในประเด็นคำถามพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อนึ่ง นักศึกษาจะขอนำเครื่องมืองานวิจัยไปประสานงานกับท่านด้วยตนเอง ตามวันและเวลาที่ท่านกรุณานัดหมายให้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ ขอขอบคุณยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สุจินต์ หนูแก้ว)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน
รักษาราชการแทนอธิการบดี

สำนักเลขานุการ
โทรศัพท์ 0-7537-7438
โทรสาร 0-7537-7438

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.สุภาวดี รามสูตร
   อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2. ดร.ศิริกุล เพชรหวล
   อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

3. อาจารย์กัลยาณี ท้าวนิล
   อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สาระที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ การสังเคราะห์ด้วยแสง ภาคเรียนที่ 1/2556
เรื่อง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เวลา 4 ชั่วโมง

1. สาระที่ 1สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2. มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

3. ผลการเรียนรู้ สืบค้นข้อมูลทดลองอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันในพืชทั่วๆ ไป กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. สาระสำคัญ

รงควัตถุหรือสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่นี้จะต้องมีรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่คลอโรฟิลล์แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน ในเซลล์โพรแคริโอตบางชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้สาหร่ายและเซลล์พืชต่างมีรงควัตถุแตกต่างกันออกไป

รงควัตถุหรือสารสี (Pigment) หมายถึง โมเลกุลของสารที่ดูดกลืนแสง (ในช่วงคลื่นที่ตาคนเรามองเห็น) ได้ดี รงควัตถุมีหลายชนิด แต่ที่พืชมีสีเขียวมักใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. นักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบระหว่างปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานและมีความกระตือรือร้นในการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

7. กระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (30 นาที)

1. ครูสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนโดยใช้คำถามดังนี้

- คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่ให้สี (แนวคำตอบ สีเขียว)

- คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดกลืนคลื่นแสงได้ดีที่สุดในช่วงแถบใด (แถบสีน้ำเงิน สีแดง)

- ทำไมสารสีบางอย่างทำให้เราเห็นใบไม้เป็นสีเขียว สารสีบางอย่างจึงทำให้ใบไม้เป็นสีส้มหรือสีเหลือง (ในคลอโรพลาสต์ยังมีรงควัตถุประกอบที่ช่วยดูดพลังงานแสง คือ แคโรทีนอยด์ ซึ่งมีสีเหลือง-ส้ม)

- สารสีในพืชมีสารสีอะไรบ้าง แต่ละสีสามารถนำพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี (คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุชนิดเดียวที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและแสวงหาความรู้ (30นาที)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.2 เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงครูให้นักศึกษาจากชุดกิจกรรมที่ เพื่อหาคำตอบในการทำใบงาน

2. ผู้สอนสังเกตการทำงานและซักถามความเข้าใจและให้คำแนะนำช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงสรุป (3 นาที)

1. ครูให้ตัวแทนกลุ่มแลกเปลี่ยนแบบฝึกหัดระหว่างกลุ่ม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานและแก้ข้อที่ผิด

3. ครูอธิบายในส่วนของเนื้อหาเพิ่มเติมพร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (30 นาที)

1. ครูใช้คำถามเพื่อขยายความรู้ความเข้าใจ เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่นเท่าใด

(คลอโรฟิลล์ เอ ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 400-500 และ 650-700 นาโนเมตร และคลอโรฟิลล์ บี ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 450-500 และ 630-670 นาโนเมตร)

2. พืชที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมาก เมื่อพืชได้รับแสงสีอะไรบ้าง และแสงสีเหล่านั้นมีสารสีใดบ้างรับพลังงานแสงได้

(พืชมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมาก เมื่อพืชได้รับแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดง และแสงสีนี้มีคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี รับพลังงานแสงไว้)

3. สารสีใดที่พบเฉพาะในพืชและสาหร่ายสีเขียว *(คลอโรฟิลล์ บี)*

4. พืชไม่มีคลอโรฟีลล์ เอ ที่เป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยา พืชจะสังเคราะห์ด้วยแสงได้หรือไม่

(ไม่ได้เพราะคลอโรฟีลล์ เอ เป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยาระบบทำหน้าที่รับพลังงานแสงจากสารสีอื่นๆ และเป็นแหล่งให้อิเล็กตรอนกับเป็นตัวรับอิเล็กตรอน)

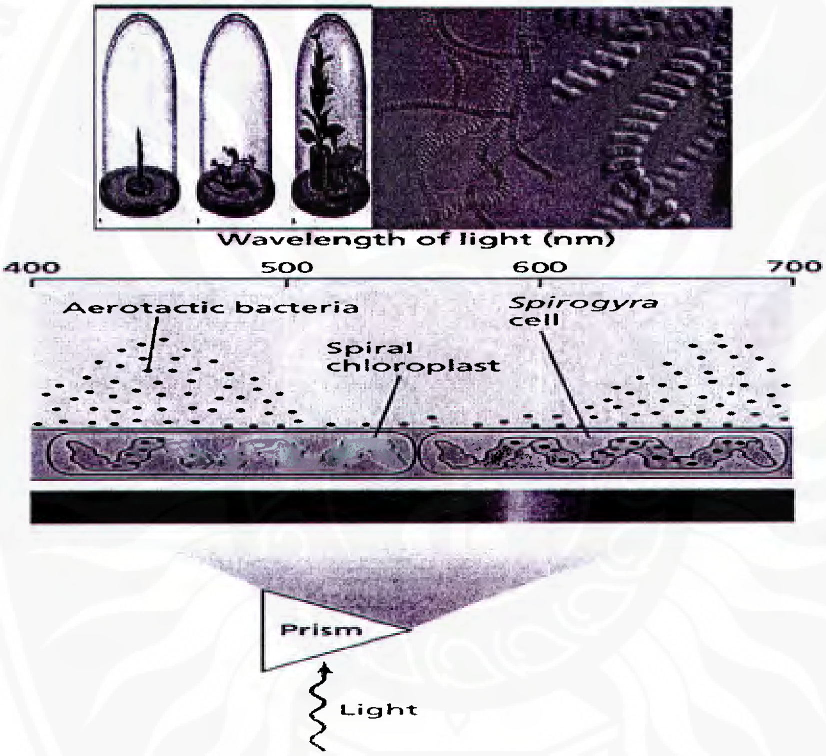
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

1. สมุด
2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
3. Power point

ภาคผนวก ง

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง



โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์
จังหวัดนครศรีธรรมราช

ชื่อ-นามสกุล...เลขที่............ห้อง............

ชุดที่ 1
การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

เวลา 4 ชั่วโมง

คำนำ

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา (รหัส ว.32242) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน ซึ่งเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่จะได้รับการพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การใช้ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วย ได้พัฒนาขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบฝึกหัด เฉลยแบบฝึกหัด มีเนื้อหาความรู้ที่เป็นหลักการพื้นฐานที่จำเป็นที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และความรู้เพิ่มเติมเพื่อการศึกษาต่อในระดับสูง นำไปใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษา ค้นคว้าให้เกิดการเรียนรู้และสามารถประเมินดูผลความก้าวหน้า พัฒนาตนเองได้

คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เล่ม ดังนี้

1. การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. สารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชุดกิจกรรม เล่มที่ 1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะได้รับความรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1. ผู้เรียนต้องศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ถ้ามีปัญหาให้ปรึกษาครูผู้สอน
2. ผู้เรียนต้องต้องมีความซื่อสัตย์ ไม่ดูเฉลยก่อนตอบแบบฝึกหัด โดยให้เขียนคำตอบในกระดาษที่จัดเตรียมไว้ให้ และไม่ขีดเขียนข้อความใดๆลงในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจ

จุดประสงค์และผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

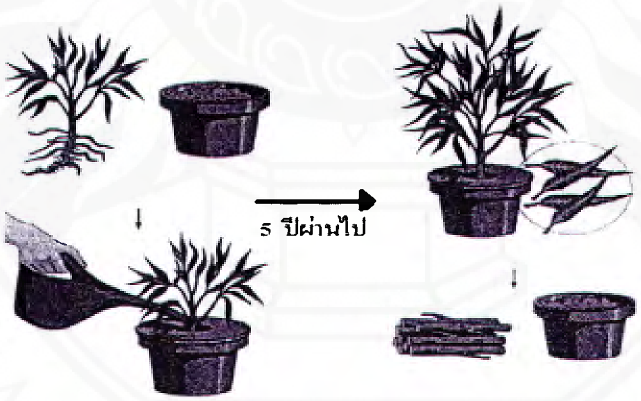
1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตมาจนถึงปัจจุบันเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. นักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบวัตถุดิบที่ใช้และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการสังเคราะห์ด้วยแสงของแบคทีเรีย
3. มีความเพียรพยายามมีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในปัจจุบันเป็นความรู้ที่ได้จากผลการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์หลายยุคหลายสมัยสั่งสมต่อเนื่องกันมาทำให้ได้รับความรู้ ข้อมูลและหลักฐานต่างๆ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

1. การศึกษาค้นคว้าของฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมองท์ (Jean Baptiste Van Helmont)

ในปีพ.ศ. 2191 (ค.ศ. 1648)ได้มีการพิมพ์ผลงานของฌองแบบติสท์แวนเฮลมองท์ (Jean Baptiste Van Helmont) นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยียมที่ทำการทดลองทางชีววิทยา โดยการปลูกต้นหลิวหนัก 5 ปอนด์ในถังใบใหญ่ที่บรรจุดินซึ่งทำให้แห้งสนิทหนัก 200 ปอนด์แล้วปิดฝาถัง ระหว่างทำการทดลองได้รดน้ำต้นหลิวที่ปลูกไว้ทุกวันด้วยน้ำฝนเป็นระยะเวลา 5 ปี ต้นหลิวเจริญเติบโตขึ้นมาก เมื่อนำต้นหลิวที่ไม่มีดินติดอยู่ที่รากไปชั่งน้ำหนัก ปรากฏว่าต้นหลิวหนัก 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ (ตัวเลขนี้ไม่ได้รวมน้ำหนักใบซึ่งร่วงไปแต่ละปี) และเมื่อนำดินในถังไปทำให้แห้งแล้วนำไปชั่งปรากฏว่ามีน้ำหนักน้อยกว่าดินที่ใช้ก่อนทำการทดลองเพียง 2 ออนซ์เท่านั้น ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การทดลองของ ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมองท์

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25/11/2555

แวนเฮลมองท์ได้สรุปผลการทดลองว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเพียงอย่างเดียวโดยที่เขาไม่ได้นึกถึงแก๊สในอากาศและดินความจริงแล้วน้ำหนักของดินที่หายไปนั้นก็เป็นส่วนที่พืชนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตซึ่งมีส่วนทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย จากการศึกษาทำให้เราทราบว่า น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจากเดิมคือ 5 ปอนด์มาเป็น 169 ปอนด์ 3 ออนซ์นั้นมาจากน้ำ (ที่รดหรือจากดิน) CO_2จากอากาศรวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ในดิน

คำถามชวนคิด

1. เหตุใดจึงต้องปิดฝาถังตลอดเวลาและจะเปิดเฉพาะตอนรดน้ำเท่านั้น

....

....

....

....

2. แวน เฮลมองท์ สรุปว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเท่านั้นนักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

....

....

....

....

2. การศึกษาค้นคว้าของโจเซฟพริสต์ลีย์ (Joseph Priestley)

ในปี พ.ศ. 2315 (ค.ศ. 1772) โจเซฟพริสต์ลีย์ (Joseph Priestley) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้พิมพ์ผลงานที่ทำการทดลองโดยจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้วปรากฏว่าสักครู่เทียนไขก็ดับและเมื่อใส่หนูเข้าไปในครอบแก้วครู่ต่อมาหนูก็ตาย เมื่อนำหนูที่มีชีวิตไปไว้ในครอบแก้วเดิมที่เทียนไขดับปรากฏว่าหนูตายเกือบทันทีและเมื่อจุดเทียนไขแล้วนำไปใส่ในครอบแก้วเดิมที่หนูตายอยู่แล้วปรากฏว่าเทียนไขดับเกือบทันทีอากาศที่หนูหายใจออกมาและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับในสมัยนั้นเรียกว่า “อากาศเสีย” สิ่งที่สงสัยในยุคนั้นก็คือคนและสัตว์อื่นๆ เป็นจำนวนมากกำลังหายใจอยู่ตลอดเวลาและยังมีการเผาไหม้สิ่งต่างๆ ถ้าเป็นเช่นนั้นไปเรื่อยๆ ในที่สุดอากาศที่ใช้ในการหายใจหรือช่วยในการลุกไหม้ไม่ถูกทำลายให้หมดไปหรือเขาได้ทดลองนำหนูใส่ไว้ในครอบแก้วเดียวกันกับพืชสีเขียว ปรากฏว่าทั้งพืชและหนูสามารถมีชีวิตอยู่ได้ ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.2

1 2 3

รูปที่ 1.2 การทดลองของโจเซฟ พริสต์ลีย์
ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)
วันที่สืบค้น 25/11/2555

คำถามชวนคิด

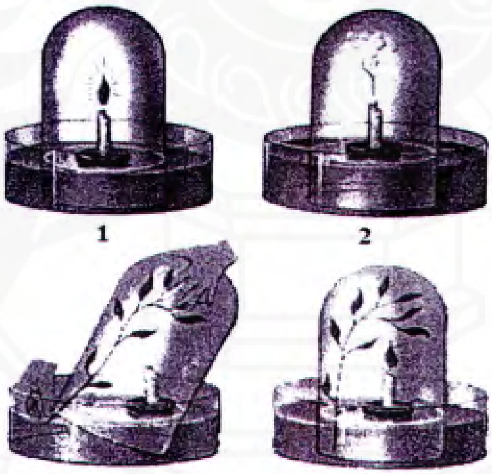
จากการทดลองนี้โจเซฟพริสต์ลีย์ สรุปว่าแก๊สที่ทำให้เทียนไขดับเป็นแก๊สที่ทำให้หนูตายและแก๊สที่ทำให้เทียนไขลุกไหม้เป็นแก๊สที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของหนูนักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของพริสต์ลีย์ หรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

บังเอิญครั้งหนึ่งพริสต์ลีย์ได้นำเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อน แล้วอีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่าเทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ระยะหนึ่ง โดยไม่ดับทันทีหลายครั้งที่พริสต์ลีย์ได้แบ่งอากาศหลังจากเทียนไขดับแล้วออกเป็น 2 ส่วนนำพืชใส่ไว้ในส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งใส่แต่แก้วบรรจุน้ำ ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วจุดเทียนไขพบว่าเทียนไขลุกไหม้ได้ระยะหนึ่งในอากาศส่วนแรก แต่จะดับทันทีในอากาศส่วนที่สองหลังจากนั้นเขาได้ศึกษาคุณสมบัติของแก๊สและอากาศ และทราบว่า"อากาศดี" ช่วยในการเผาไหม้และการหายใจของสัตว์แต่การหายใจของสัตว์และการเผาไหม้ของเทียนไขทำให้เกิด “อากาศเสีย” ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การทดลองเพิ่มเติมของโจเซฟพริสต์ลีย์

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25/11/2555

คำถามชวนคิด

เหตุใดพริสต์ลีย์จึงแบ่งอากาศที่ได้จากเทียนไขลุกไหม้และดับแล้วออกเป็น 2 ส่วนแล้วนำไปทดลองต่อ

....

....

พริสต์ลีย์ไม่ได้ย้ำถึงความสำคัญของส่วนที่มีสีเขียวของพืชในการที่สามารถทำให้อากาศดีขึ้นและไม่ได้คำนึงถึงว่า พืชจะมีความสามารถในการทำให้อากาศดีขึ้นได้ก็ต่อเมื่อพืชได้รับแสงสว่างเท่านั้น

3. การศึกษาค้นคว้าของแจน อินเก็นฮูซ (Jan IngenHousz)

พ.ศ. 2322 (ค.ศ. 1779) แจน อินเก็นฮูซ (Jan IngenHousz) นายแพทย์ชาวดัทช์ ได้พิสูจน์ให้เห็นว่าการทดลองของพริสต์ลีย์จะได้ผลก็ต่อเมื่อพืชได้รับแสงสว่าง และเฉพาะส่วนสีเขียวของพืชเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยน "อากาศเสีย" ให้เป็น "อากาศดี" คือถ้ามีแสงสว่างพืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊สCO_2 เป็นสารอาหารและ O_2ได้

จากความรู้ทางวิชาเคมีซึ่งพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะใกล้เคียงกับที่พริสต์ลีย์และอินเก็นฮูซ ทดลองนั้น พบว่าแก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้และแก๊สที่เกิดจากการหายใจออกของสัตว์เป็นแก๊สชนิดเดียวกันคือคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และใช้ในการหายใจของสัตว์ คือ ออกซิเจนแสดงว่าเมื่อพืชได้รับแสง พืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป และปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมา

แสง

แสง

CO_2----> **พืช** ---- >O_2

ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.4

รูปที่ 1.4 การทดลองของแจน อินเก็นฮูซ

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25/11/2555

คำถามชวนคิด
จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร
....
....

และในปี พ.ศ. 2329 อินเก็นฮูซ ยังค้นพบเพิ่มเติมอีกว่าพืชเก็บธาตุคาร์บอนไว้ในรูปของสารอินทรีย์

4. การศึกษาค้นคว้าของนิโคลาสธีโอดอร์เดอโซซูร์ (Nicolas Theodore de Soussure)

พ.ศ. 2347 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ นิโคลาสธีโอดอร์เดอโซซูร์ (Nicolas Theodore de Soussure) ได้ทำการทดลองให้เห็นว่าน้ำหนักของพืชที่เพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้รับเขาจึงสรุปว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบางส่วนเป็นน้ำหนักของน้ำที่พืชได้รับ

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{พืชสีเขียว}} \text{สารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ} + O_2$$

จากการทดลองโดยการวิเคราะห์ทางเคมีในเวลาต่อมาพบว่าสารอินทรีย์ที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชคือสารประเภทคาร์โบไฮเดรต จากผลการศึกษาค้นคว้าจึงเขียนสรุปกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรตได้ดังนี้

พืชสีเขียว

$CO_2 + H_2O$ -----------> $C_6H_{12}O_6 + O_2$

แสงสว่าง

จากการศึกษาต่อมาพบว่าคาร์โบไฮเดรตที่ได้คือน้ำตาลโดยทั่วไปจะเขียนสูตรของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือน้ำตาลเฮกโซส ($C_6H_{12}O_6$) แทนคาร์โบไฮเดรตการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชที่อาศัยแสงดังที่ได้กล่าวมานี้เรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) พืชใช้น้ำตาลที่ได้จากกระบวนการนี้เป็นวัตถุดิบในการสร้างคาร์โบไฮเดรตรูปอื่นรวมทั้งสารอาหารอื่นๆ เช่นไขมันโปรตีนเป็นต้นและนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของพืช

5. การศึกษาค้นคว้าของแวน นีล (Van Niel)

ในปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) แวน นีล (Van Niel) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้พบว่าแบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แทน ผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงแทนที่จะได้ออกซิเจนกลับได้ซัลเฟอร์ (S)

สารสี

$CO_2 + 2H_2S$ -----------> $(CH_2O) + H_2O + 2S$

แสงสว่าง

คำถามชวนคิด

นักเรียนคิดว่าซัลเฟอร์มาจากการสลายตัวของสารใด

....

แวน นีล จึงเสนอสมมติฐานว่า ในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชนั้นน่าจะคล้ายคลึงกับการสร้างคาร์โบไฮเดรตของแบคทีเรีย คือในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโมเลกุลของน้ำถูกแยกสลายได้ออกซิเจนเป็นอิสระ

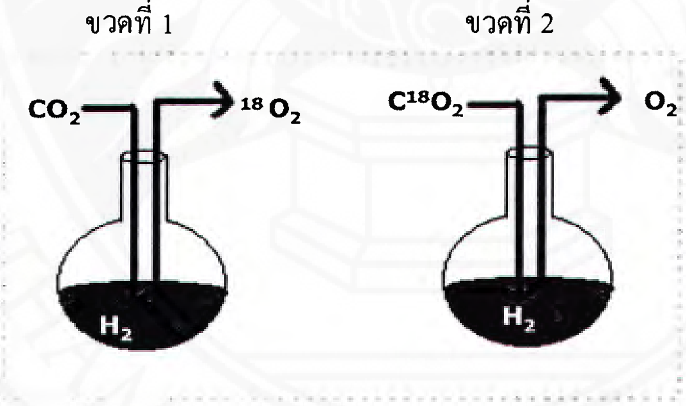
สมมติฐานของ แวน นีล ได้พิสูจน์ว่าถูกต้องก็ต่อเมื่อเทคนิคการใช้สารกัมมันตรังสีได้เจริญขึ้น ในราวปี ค.ศ. 1941 นักชีววิทยาชาวอเมริกันกลุ่มหนึ่งได้ทำการทดลองพิสูจน์โดยนำสาหร่ายคลอเรลลา (chlorella) ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวชนิดหนึ่ง และออกซิเจนที่เป็นสารไอโซโทป (isotope) หนัก คือมาใช้ในการทดลอง โดยทำการทดลองดังนี้

1. ใส่สาหร่ายปริมาณเท่ากันลงในขวดแก้ว 2 ใบ (ขวดที่ 1 และ ขวดที่ 2)
2. ใส่น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ลงในขวดทั้งสองดังนี้

ขวดที่ 1 ใส่คาร์บอนไดออกไซด์ที่ประกอบด้วยออกซิเจนปกติ (CO_2) และใส่น้ำที่ประกอบด้วยออกซิเจน ^{18}O($H_2{}^{18}O$)

ขวดที่2 ใส่คาร์บอนไดออกไซด์ที่ประกอบด้วยออกซิเจน^{18}O ($C^{18}O_2$) และใส่น้ำที่ประกอบด้วยออกซิเจนปกติ (H_2O)

3. นำขวดทั้งสองไปตั้งไว้ในที่มีแสง ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 การทดสอบสมมติฐานของ แวน นีล

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25/11/2555

เมื่อสาหร่ายได้รับแสงก็จะให้ออกซิเจนออกมาทั้งสองขวดแต่เมื่อนำออกซิเจนที่เกิดขึ้นมาทดสอบ ปรากฏว่าออกซิเจนจากขวดแรกเท่านั้นเป็น H_2O^{18} ส่วนจากขวดที่สองเป็นออกซิเจนปกติจึงสรุปได้ว่า ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของน้ำ

สมการเคมีของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งใช้ออกซิเจนที่เป็นไอโซโทปหนักดังนี้

พืชสีเขียว

$$6CO_2 + 6H2O^{18} \text{ -----------> } C_6H_{12}O_6 + 6O_2^{18}$$

แสงสว่าง

จากสมการจะเห็นได้ว่าออกซิเจนอิสระมาจากน้ำ แต่น้ำ 6 โมเลกุลมีออกซิเจนเพียง 6 อะตอม แต่มีออกซิเจนอิสระถึง 12 อะตอมต่อมามีการค้นพบว่าในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีน้ำเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นสมการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเป็นดังนี้

พืชสีเขียว

$$6CO_2 + 12H_2O \text{ -----------> } C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\ H_2O$$

แสงสว่าง

สมการข้างต้นเป็นการอธิบายในแง่ของหลักการทางเคมี แต่ไม่ได้อธิบายกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก่อนสิ้นศตวรรษที่ 19 มีความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงว่า พืชสามารถสร้างคาร์โบไฮเดรตเมื่อมีแสงสว่างโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบ

6. การศึกษาของโรบิน ฮิลล์ (Robin Hill)

ในปี พ.ศ. 2475 (ค.ศ. 1932) โรบิน ฮิลล์ (Robin Hill) ทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีเกลือเฟอริกและคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากผักโขม ปรากฏว่าเกลือเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอรัสและมีออกซิเจนเกิดขึ้น

แสง

คลอโรพลาสต์ + น้ำ + เกลือเฟอริก -----------> เกลือเฟอรัส+ ออกซิเจน

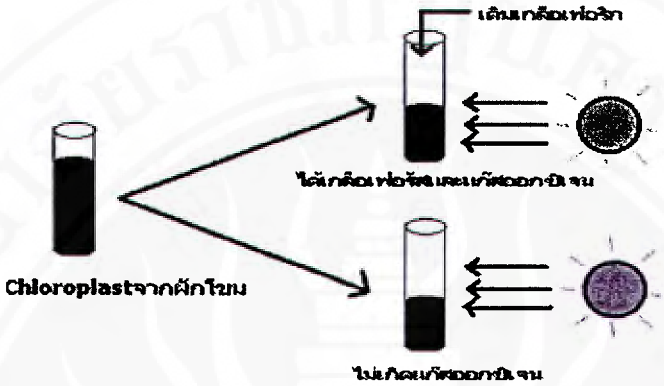
แต่ถ้าในของผสมไม่มีเกลือเฟอริกก็จะไม่เกิดแก๊สออกซิเจน

คลอโรพลาสต์

น้ำ -----------> ไม่เกิดแก๊สออกซิเจน

แสงสว่าง

ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 การทดลองของโรบิน ฮิลล์

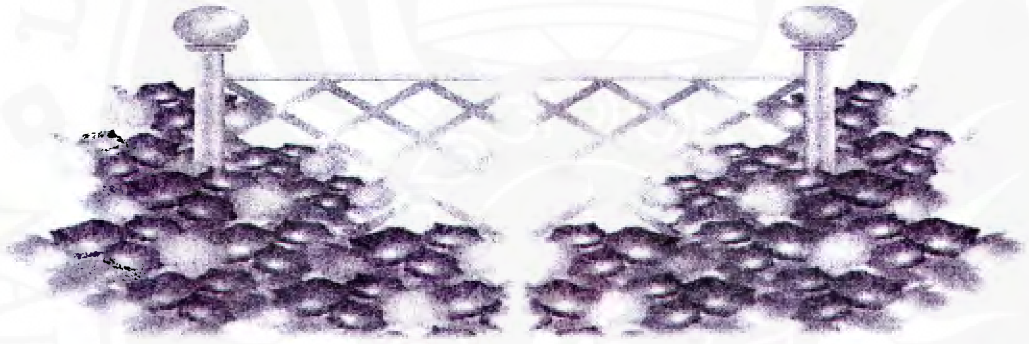
ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

วันที่สืบค้น 25/11/2555

คำถามชวนคิด 1. เกลือเฟอริก(Fe^{3+}) เปลี่ยนไปเป็นเกลือเฟอรัส(Fe^{2+})ได้ เพราะเหตุใด และเกลือเฟอริกทำหน้าที่อะไรในปฏิกิริยา .... 2. ถ้าไม่มีตัวรับอิเล็กตรอน น้ำจะแตกตัวได้แก๊สออกซิเจนหรือไม่ ....

จากการค้นคว้าต่อมาพบว่าในพืชมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์หลายชนิด เช่น นิโคตินาไมด์อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate : NADP+)

จากการทดลองของฮิลล์ สรุปได้ว่าเมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสงและมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้โดยไม่จำเป็นต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ การทดลองของฮิลล์ครั้งนี้ก่อให้เกิดการตื่นตัวกันมาก เพราะปฏิกิริยาที่เขาทดลองนี้มีการปลดปล่อยแก๊สออกซิเจนเช่นเดียวกับพืช แต่ในการทดลองของเขาใช้เพียงคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ของเซลล์พืชเท่านั้น จากการทดลองนี้จึงนำไปสู่แนวความคิดว่าปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงน่าจะมีอย่างน้อย 2 ขั้นตอนใหญ่คือขั้นที่ปล่อยแก๊สออกซิเจนกับขั้นที่เกี่ยวข้องกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

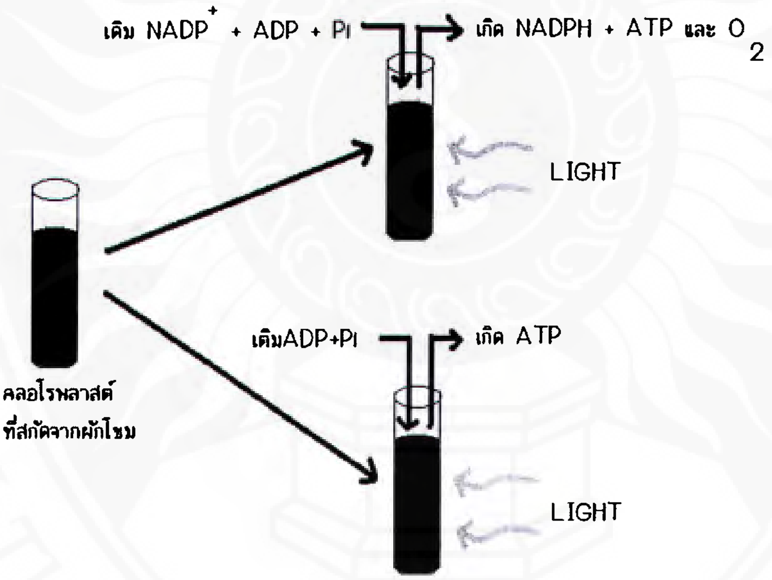


7. การศึกษาค้นคว้าของแดเนียลอาร์นอน (Daniel Arnon)

ในปี พ.ศ. 2494 (ค.ศ. 1951) แดเนียลอาร์นอน (Daniel Arnon) และคณะแห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองของฮิลล์อาร์นอนคิดว่าถ้าให้สารบางอย่าง เช่น ADP, หมู่ฟอสเฟต (Pi), NADP+ และ CO2 ลงไปในคลอโรพลาสต์ที่สกัดมาได้แล้วให้แสงจะมีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงจนได้น้ำตาลเกิดขึ้น

$$ADP + Pi + NADP+ + H_2O + CO_2 \xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{คลอโรพลาสต์}} C_6H_{12}O_6$$

ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองเพื่อติดตามขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา โดยควบคุมปัจจัยบางอย่างแล้วสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น อาร์นอนพบว่าถ้าให้สารต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏว่าเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ได้สารบางอย่างแต่ไม่มีการสร้างคาร์โบไฮเดรต ให้นักเรียนศึกษาการทดลองจากรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 การทดลองของแดเนียลอาร์นอน เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้คาร์บอนไดออกไซด์
ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)
วันที่สืบค้น 25/11/2555

คลอโรพลาสต์

$ADP + Pi + NADP^{+} + H_2O$ -----------> $ATP + NADPH + H^{+} + O_2$

แสงสว่าง

อาร์นอนได้ทำการทดลองต่อไปอีก โดยให้ปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วแก่คลอโรพลาสต์ ยกเว้น CO_2 และ NADP+ พบว่าเกิด ATP อย่างเดียวเท่านั้น ดังสมการ

คลอโรพลาสต์

ADP + Pi + H2O -----------> ATP

แสงสว่าง

จากการทดลองนี้แสดงว่าคลอโรพลาสต์ที่ได้รับแสงจะสามารถสร้าง ATP ได้เพียงอย่างเดียวหรือสร้างทั้ง ATP, NADPH+H+ และ O_2 ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าคลอโรพลาสต์นั้นจะได้รับ ADP และ Pi เท่านั้นหรือทั้ง NADP+, ADP และ Pi อาจสรุปได้ว่า พืชจะให้ NADPH+H+ และ O_2 เมื่อได้รับ NADP+

ต่อมาอาร์นอนได้ทำการทดลองใหม่ โดยเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ATP และ NADPH+H+ ลงไปในสารละลายของคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจากเซลล์ แต่ไม่ให้แสงสว่าง ผลปรากฏว่า มีน้ำตาลเกิดขึ้น

CO2 + ATP + NADPH + H+ + คลอโรพลาสต์ ----------->น้ำตาล +ADP

คำถามชวนคิด นักเรียนคิดว่าปัจจัยที่ใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลได้แก่สารใด ....

จากการศึกษาของอาร์นอนทำให้นักวิทยาศาสตร์เกิดแนวคิดว่าขั้นตอนของการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจแยกออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

☼ **1. ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction)** เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรง เพื่อทำให้โมเลกุลของน้ำถูกแยกสลาย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ แก๊สออกซิเจน ATPและ NADPH+H^+

☼ **2. ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction)** เป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงโดยตรงและเป็นกระบวนการที่เกิดหลังปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงเพราะจะต้องรับ ATP และ NADPH+H^+จากปฏิกิริยาที่ใช้แสงและคาร์บอนไดออกไซด์แม้ไม่ได้รับแสงก็เกิดน้ำตาลได้

แบบบันทึกข้อสรุปเรื่องประวัติการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับ
กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสง

ลำดับที่	ชื่อนักวิทยาศาสตร์	ผลงานการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
		วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ข้อสรุป
1	แวน เฮลมองท์			
2	โจเซฟ พริสต์ลีย์			
3	อินเก็นฮูซ			
4	นิโคลาสธีโอดอร์ เดอโซซูร์			
5	แวน นีล			
6	โรบิน ฮิลล์			
7	แดเนียล อาร์นอน			

แบบฝึกหัด 1.1

เรื่องประวัติการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไปนี้

สารสี

$CO_2 + 2H_2S$ -----------> $(CH_2O) + H_2O + 2S$ ……………………(1)

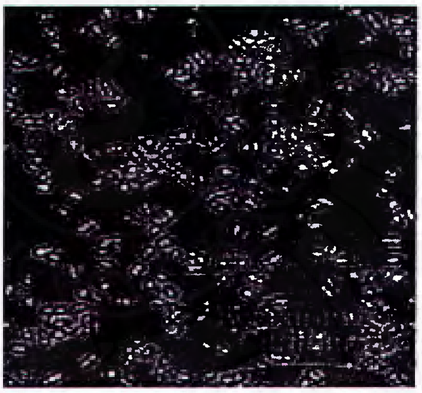
แสงสว่าง

สารสี

$CO_2 + H_2O$ ----------->$C_6H_{12}O_6 + O_2$ ………………..…..(2)

แสงสว่าง

ภาพ ก



ภาพ ข

สิ่งมีชีวิตในภาพ ก มีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงตรงกับปฏิกิริยาใด ……..

สิ่งมีชีวิตในภาพ ข มีปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงตรงกับปฏิกิริยาใด ……..

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

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

....

....

....

3. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

พืชสีเขียว

$6CO_2$ + สาร A ---------> $C6H12O6 + 6O_2 + 6\ H_2O$

แสงสว่าง

สาร A น่าจะเป็นสารใด (ทักษะการเห็นความสัมพันธ์)

....

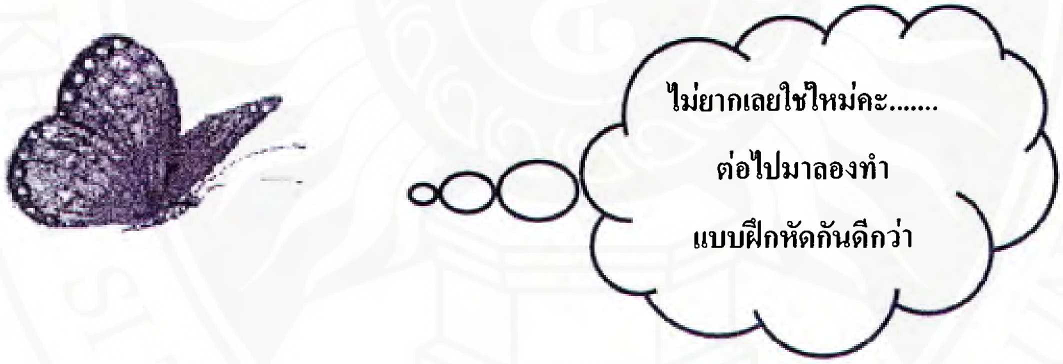
....

4. จากปฏิกิริยาในข้อ 3 ถ้าหากขาดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดน้ำตาลขึ้นหรือไม่เพราะเหตุใด

....

....

....



แบบฝึกหัด 1.2

เรื่องประวัติการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

คำชี้แจง

1. แบบฝึกหัดมี 2 ตอน
2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลเพราะคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดจะนำไปเป็นคะแนนเก็บของแต่ละคน
3. การตอบคำถามแต่ละข้อต้องตอบให้ครอบคลุมและถูกต้องตามข้อคำถามจึงจะได้คะแนนเต็มในข้อนั้น
4. เวลา 20 นาที

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ สารสี CO_2 + 2H2S ----------->(CH_2O) +H_2O + A .... ปฏิกิริยาที่ 1 แสงสว่าง พืชสีเขียว 6CO_2 + 12H_2O -----------> $C_6H_{12}O_6$ + B + 6 H_2O ......ปฏิกิริยาที่ 2 แสงสว่าง A และ B หมายถึงแก๊สชนิดใด ....
2. จากปฏิกิริยา สาร A น่าจะเป็นสารชนิดใด คลอโรพลาสต์ ADP + Pi + NADP+ + H2O +CO_2 -----------> [A] แสงสว่าง ....

3. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยาข้างล่าง ไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด

แสง

คลอโรพลาสต์ + น้ำ + เกลือเฟอริก----------> เกลือเฟอรัส+ ออกซิเจน

....

....

4. โดยอาศัยข้อมูลเท่าที่ได้จากการทดลองของพริสต์ลีย์ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

....

....

....

....

....

5. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

พืชสีเขียว

A+ $12H_2O$ -----------> B + $6O_2$ + 6 H_2O

แสงสว่าง

A และB หมายถึงสารใดตามลำดับ และถ้าขาด A จะสามารถเกิด B ขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

....

....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

1 .... น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2 .... พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส CO_2 เป็นสารอาหารและ แก๊ส O_2 ได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม

3 .... แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้และแก๊สที่เกิดจากการหายใจออกของสัตว์เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และใช้ในการหายใจของสัตว์ก็เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน

4 .... แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

5 .... แก๊สออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์

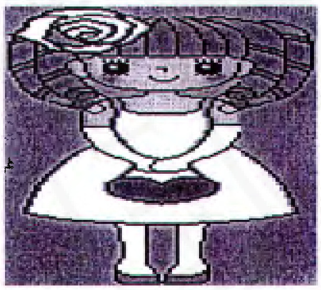
6 .... เมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้โดยไม่จำเป็นต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์

7 .... พืชจะให้ NADPH+H+ และแก๊ส O_2 เมื่อได้รับ แก๊ส CO_2

8 .... ปัจจัยในการสังเคราะห์น้ำตาล คือ ATP, NADPH+H+ และ PGA

9 .... เมื่อสารสีได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้

10 ..... ถ้าทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีเกลือเฟอริกและคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจาก ผักโขม ปรากฏว่า เกลือเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอรัสและมีออกซิเจนเกิดขึ้น



เฉลยแบบฝึกหัด

เรื่องประวัติการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

คำชี้แจง แบบฝึกหัดมี 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้

สารสี

CO_2 + $2H_2S$ ----------->(CH_2O) +H_2O + A ....ปฏิกิริยาที่ 1

แสงสว่าง

พืชสีเขียว

$6CO_2$ + $12H_2O$ -----------> $C_6H_{12}O6$ + B + 6 H_2O ....ปฏิกิริยาที่ 2

แสงสว่าง

A และ B หมายถึงแก๊สชนิดใด

แนวการตอบ A หมายถึง S (ซัลเฟอร์) B หมายถึงO_2 (ออกซิเจน)

2. จากปฏิกิริยา สาร A น่าจะเป็นสารชนิดใด

คลอโรพลาสต์

ADP + Pi + NADP+ + H2O +CO2 -----------> | A |

แสงสว่าง

แนวการตอบ สาร A คือ $C_6H_{12}O_6$

3. จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยา ไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด

แสง

คลอโรพลาสต์ + น้ำ + เกลือเฟอริก-----------> เกลือเฟอรัส+ ออกซิเจน

แนวการตอบ ไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับมาจากน้ำ

4. โดยอาศัยข้อมูลเท่าที่ได้จากการทดลองของพริสต์ลีย์ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

แนวการตอบ อากาศดีช่วยในการเผาไหม้และการหายใจของสัตว์ แต่การหายใจของสัตว์และการ เผาไหม้ของเทียนไขทำให้เกิดอากาศเสีย

5. จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

$$A + 12H_2O \xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{พืชสีเขียว}} B + 6O_2 + 6\,H_2O$$

A และ Bหมายถึงสารใดตามลำดับ และถ้าขาด A จะสามารถเกิด B ขึ้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบ A หมายถึง CO_2 และ B หมายถึง $C_6H_{12}O_6$ และถ้าขาด CO_2 จะไม่เกิด $C_6H_{12}O_6$ เพราะขาดแหล่งคาร์บอน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

1....X....น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้น มาจากน้ำเพียงอย่างเดียว

2....X....พืชสีเขียวสามารถเปลี่ยนแก๊ส CO_2 เป็นสารอาหารและแก๊ส O_2 ได้ไม่ว่าจะมีแสงสว่างหรือไม่ก็ตาม

3..../....แก๊สที่เกิดจากการลุกไหม้และแก๊สที่เกิดจากการหายใจออกของสัตว์เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน ส่วนแก๊สที่ช่วยในการลุกไหม้และใช้ในการหายใจของสัตว์ก็เป็นแก๊สชนิดเดียวกัน

4..../....แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยไม่ใช้น้ำแต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

5....X....แก๊สออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์

6..../....เมื่อคลอโรพลาสต์ได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้โดยไม่จำเป็นต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์

7....X....พืชจะให้ NADPH+H+ และ O_2 เมื่อได้รับ แก๊ส CO_2

8....X....ปัจจัยในการสังเคราะห์น้ำตาล คือ ATP, NADPH+H+ และ PGA

9..../....เมื่อสารสีได้รับพลังงานจากแสง และมีสารรับอิเล็กตรอนอยู่ด้วย น้ำก็จะแตกตัวให้ออกซิเจนได้

10.../....ถ้าทำการทดลองผ่านแสงเข้าไปในของผสมซึ่งมีเกลือเฟอริกและคลอโรพลาสต์ที่สกัดออกมาจาก ผักโขม ปรากฏว่า เกลือเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอรัสและมีออกซิเจนเกิดขึ้น

ชุดที่ 2

สารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เวลา 3 ชั่วโมง

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

จุดประสงค์และผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. นักเรียนมีความสามารถในการจำแนกแยกแยะหน้าที่ของสารสีแต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. นักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของสารสีแต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน และมีความซื่อสัตย์และตรงต่อเวลา

กิจกรรม

เรื่อง การดูดซับพลังงานแสงของสารสีชนิดต่างๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

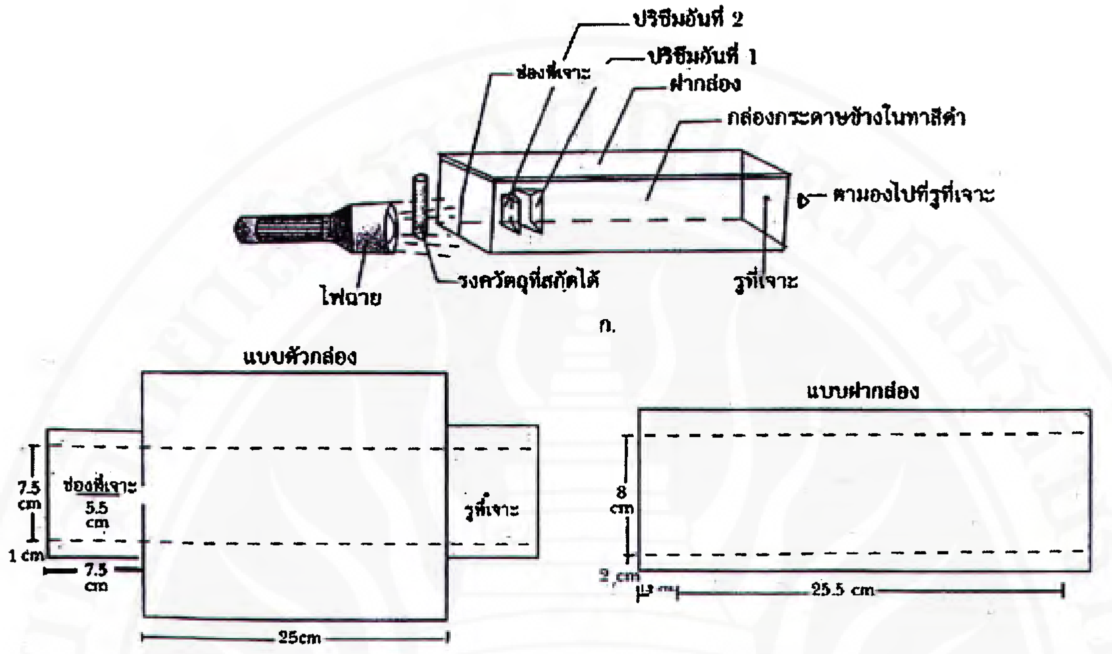
นักเรียนสามารถระบุสารสีและบอกหน้าที่ของสารสีชนิดต่างๆที่พบในสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้

วัสดุอุปกรณ์

1. กล่องกระดาษที่ข้างในทาสีดำ
2. ใบไม้
3. โกร่งบดยา
4. ขวดรูปชมพู่
5. หลอดทดลอง
6. เอทานอล 95 %
7. เฮกเซน
8. กระดาษกรอง
9. ปริซึม
10. ไฟฉายชนิดหลอดฮาโลเจน

วิธีทำ

1. ประกอบกล่องกระดาษที่ข้างในทาด้วยสีดำ
2. สกัดสารสีในใบไม้ โดยนำใบไม้ชนิดหนึ่งล้างน้ำให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ
3. ชั่งน้ำหนักใบไม้ที่ตัดไว้แล้วประมาณ 20 กรัม นำไปโขลกให้ละเอียดในโกร่งบดยา แล้วนำไปใส่ในขวดรูปชมพู่
4. เติมเอทานอล 95% ลงไป 50 cm3 และเฮกเซน ลงไปอีก 35 cm3 ปิดฝาแล้วทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที เขย่าขวดเป็นครั้งคราว
5. กรองสารละลายที่สกัดได้ด้วยกระดาษกรองใส่ในขวดรูปชมพู่ ตั้งทิ้งไว้จะเห็นสารละลายแยกชั้นออกเป็น 2 ชั้น แล้วรินสารละลายแต่ชั้นเก็บใส่ขวดหรือหลอดทดลองเพื่อใช้ทดลองต่อไป
6. จัดชุดอุปกรณ์ นำปริซึม 2 อันมาวางในกล่องที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ววางให้ซ้อนเหลื่อมมุมกันดังรูปที่ 2.1

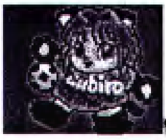


รูปที่ 2.1 เครื่องมือวัดความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงของสารสี
ที่มา :พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ (2548, 86)

7. นำไฟฉายชนิดหลอดฮาโลเจน หรือใช้โคมไฟที่ใช้หลอดเปรียบเทียบสี (daylight blue lamp) ขนาด 60 วัตต์ เพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง วางไว้ด้านหน้ากล่องที่เจาะเป็นช่องเล็กๆ ตามยาว เปิดไฟแล้วใช้ตามองดูจากรูที่เจาะไว้อีกด้านหนึ่งของกล่อง ใช้มือขยับปริซึมจนสามารถมองเห็นแถบสีสเปกตรัมสีต่างๆ ครบทั้ง 7 สี

8. นำหลอดทดลองขนาดกลางใส่สารละลายที่สกัดได้แต่ละชั้นประมาณ 1 ใน 4 ของหลอดวางตรงด้านหน้าของแหล่งกำเนิดแสงแล้วมองดูแถบสีของสเปกตรัมเปรียบเทียบกับการมองครั้งแรกจะสังเกตเห็นแถบสีบางแถบหายไป หรือความกว้างของแถบสีแคบลง แถบสีใดที่หายไปหรือแคบลงแสดงว่าสารสีดูดซับพลังงานแสงสีนั้นไว้ และสามารถเปรียบเทียบความยาวคลื่นของแถบสีนั้นได้จากกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและดูดซับพลังงานแสงของคลอโรฟิลล์ของพืชในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ

หมายเหตุ ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเฉพาะข้อ 7 – 8 ซึ่งครูได้จัดชุดอุปกรณ์การทดลองไว้ล่วงหน้า ดังรูปที่ 2.1



คำถามก่อนกิจกรรม

1. จุดประสงค์ของการทำกิจกรรมคืออะไร..

....

2. นักเรียนคิดว่า เราจะพบสารสีชนิดใดมากที่สุดในพืช..

....

3. ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง...

4. นักเรียนคิดว่าแบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้มีสารสีอะไร..

....

5. นักเรียนคิดว่าในพืชสีเขียวทั่วไป จะพบสารสีประเภทใดบ้าง..

บันทึกผลการทำกิจกรรม

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

คำถามหลังการทำกิจกรรม

1. เพราะเหตุใดจึงต้องสกัดสารสีออกมาก่อนที่จะนำไปผ่านแสง..

....

....

....

2. ใบไม้แต่ละชนิดมีสารสีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

....

....

3. ถ้าใบไม้มีสารสีที่เป็นองค์ประกอบต่างกันจะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงได้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

....

....

....

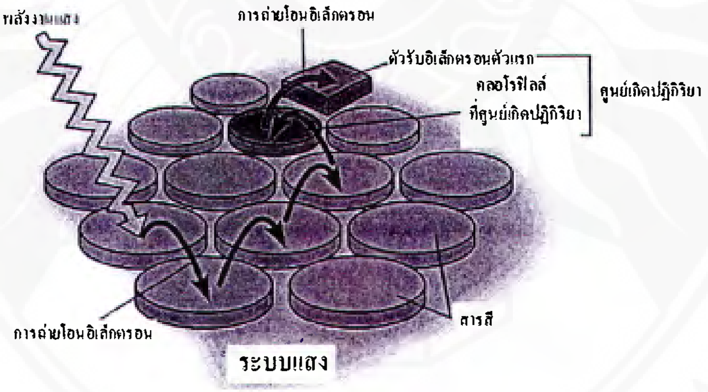
....

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

สารสี (pigment) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กลุ่มของสารสีที่ประกอบขึ้นเป็นระบบแสง

ภายในคลอโรพลาสต์ของพืชชั้นสูงพบว่าคลอโรฟิลล์จะมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ เป็นกลุ่มสารสีบนแผ่นไทลาคอยด์เรียกว่าหน่วยสังเคราะห์แสง (photosynthetic unit) แต่ละหน่วยประกอบด้วยโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประมาณ 200 – 400 โมเลกุล ได้แก่คลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์ b นอกจากนั้นยังมีสารสีพวกแคโรทีนอยด์ประกอบอยู่ด้วย ในหน่วยสังเคราะห์แสงหน่วยหนึ่งๆ จะมีตำแหน่งเกิดปฏิกิริยาประมาณ 1 – 2 ตำแหน่ง ณ ตำแหน่งนี้เชื่อว่าจะมีคลอโรฟิลล์ a เพียงโมเลกุลเดียวเท่านั้นที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงและปล่อยอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นให้แก่ตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกได้ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ a ดังกล่าวนี้เรียกว่าศูนย์เกิดปฏิกิริยา (reaction center) ส่วนโมเลกุลอื่นๆ จะทำหน้าที่รับและส่งผ่านพลังงานแสงจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลต่อๆ ไป จนกระทั่งถึงศูนย์เกิดปฏิกิริยาเรียกว่าแอนเทนนา (antenna) การทำงานร่วมกันของโมเลกุลหลายโมเลกุลทั้งแอนเทนนา ศูนย์เกิดปฏิกิริยาและตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกเรียกว่า ระบบแสง ให้นักเรียนศึกษาการทำงานของระบบแสงในคลอโรพลาสต์ จากรูปที่ 2.2



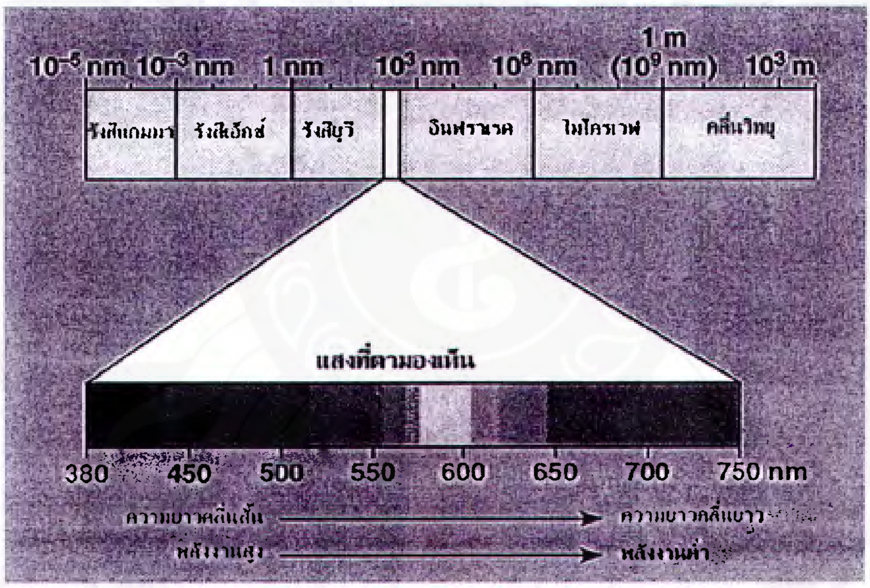
รูปที่ 2.2 การทำงานของระบบแสงในคลอโรพลาสต์

ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th

ศูนย์เกิดปฏิกิริยา

เมื่อสารสีดูดซับพลังงานแสงพลังงานจะถูกถ่ายโอนไปตามโมเลกุลของสารสีเหล่านั้นจนกระทั่งถึงคลอโรฟิลล์ เอที่อยู่ในตำแหน่งศูนย์เกิดปฏิกิริยา (reaction center) ซึ่งนับเป็นจุดแรกของการเกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงพลังงานที่ได้รับที่ศูนย์เกิดปฏิกิริยาของระบบแสงทั้งสองระบบจะทำให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์มีพลังงานมากขึ้นจนหลุดออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์อิเล็กตรอนที่หลุดออกมานี้จะมีศักยภาพในการรีดิวซ์สูงมันจะเคลื่อนไปยังโมเลกุลที่มีศักย์รีดักชันต่ำกว่าตามระบบการขนส่งอิเล็กตรอน**สเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**

แสงที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 380 ถึง 750 นาโนเมตร ซึ่งเราสามารถมองเห็นเป็นแสงสีต่างๆได้ด้วยตาเปล่า แสงที่มีความยาวของคลื่นแสงสั้นเช่นแสงสีม่วงแต่ละหน่วยแสงจะมีพลังงานอยู่มากกว่าแสงที่มีความยาวของคลื่นแสงยาวเช่นแสงสีแดงเป็นต้นให้นักเรียนศึกษาสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th

วันที่สืบค้น 29/11/2555

คำถามชวนคิด

1. หากสารใดไม่สามารถดูดซับพลังงานแสงได้เลยสารนั้นจะมีสีใด

....

....

2. หากสารใดสามารถดูดซับพลังงานแสงได้หมดสารนั้นจะมีสีใด

....

....

สารสี (pigment) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

สารสีที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงและส่งผ่านพลังงานแสงมีอยู่หลายชนิดสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)
2. สารสีเสริม (accessory pigment) ได้แก่แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และไฟโคบิลิน (phycobilin)

ในเซลล์พืชและเซลล์สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้จะมีสารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่หลายชนิดแตกต่างกัน ดังตาราง

ตารางแสดงสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	**คลอโรฟิลล์ a b c d**	**แคโรทีนอยด์**	**ไฟโคบิลิน**	**แบคทีรีโอ คลอโรฟิลล์ a b c d**
พืชมีดอก	+ + - -	+	-	- - - -
เฟิร์น	+ + - -	+	-	- - - -
สาหร่ายสีเขียว	+ + - -	+	-	- - - -
สาหร่ายสีน้ำตาล	+ - + -	+	-	- - - -
สาหร่ายสีแดง	+ - -+	+	+	+ - - -
สาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน	+ - - -	+	+	- - - -
แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้	- - - -	+	-	+ - + +

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มี + หมายถึง มี

ให้นักเรียนสรุปข้อมูลจากตาราง

1. พืชทุกชนิด จะมีคลอโรฟิลล์ ....

2. คลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในพืชและสาหร่ายทุกชนิดคือ ....

3. สารสี (pigment) ที่มีอยู่ทั้งในพืช สาหร่ายและแบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ คือ

....

4. สารสีที่พบเฉพาะในสาหร่ายสีแดง และสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน ไม่พบในพืชและสาหร่ายชนิดอื่นคือ ....

5. แบคทีริโอคลอโรฟิลล์ สามารถพบได้ใน...

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)

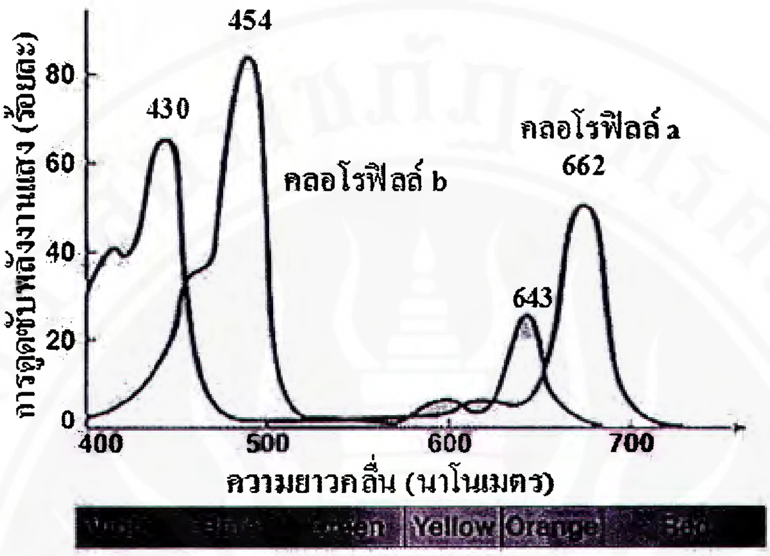
เป็นสารสีที่พบมากที่สุดในพืชจึงมีบทบาทในการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด โดยทั่วไปจะเป็นสารสีสีเขียวมีธาตุไนโตรเจน(N) คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบ คลอโรฟิลล์ที่พบในพืชมีอยู่ 4 ชนิดคือ คลอโรฟิลล์ a (chlorophylla) คลอโรฟิลล์ b (chlorophyllb) คลอโรฟิลล์ c (chlorophyllc) คลอโรฟิลล์ d (chlorophylld)

1. คลอโรฟิลล์ a

- เป็นคลอโรฟิลล์ที่พบมากที่สุดมีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวแกมน้ำเงิน สูตรโมเลกุลคือ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$
- พบในพืชและสาหร่ายทั่วไปทุกชนิด
- คลอโรฟิลล์ a จะดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 662 นาโนเมตร (แสงสีแดง)

2. คลอโรฟิลล์ b

- เป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวแกมเหลือง สูตรโมเลกุลคือ $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ซึ่งคล้ายคลึงคลอโรฟิลล์ a มาก
- พบในพืช สาหร่ายสีเขียวและยูกลีนา
- โดยทั่วไปมีอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์ a:คลอโรฟิลล์ b ประมาณ 3 : 1
- คลอโรฟิลล์ b จะดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 454 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 643 นาโนเมตร (แสงสีส้ม - แดง) ให้นักเรียนศึกษากราฟแสดงการดูดซับพลังงานแสงของคลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b จากรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงการดูดซับพลังงานแสงของคลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b

ที่มา : http://www2.mcdaniel.edu/Biology/botf99/photo/p3igments.html

วันที่สืบค้น 29/11/2555

3. คลอโรฟิลล์c

เป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวพบในพวกสาหร่ายสีน้ำตาลและสาหร่ายสีทอง จะดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 445 นาโนเมตรและ 625 นาโนเมตร

4. คลอโรฟิลล์ d

เป็นคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวพบในพวกสาหร่ายสีแดงจะดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตรและ 690 นาโนเมตรในสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินไม่มีคลอโรพลาสต์แต่มีคลอโรฟิลล์ ถึงแม้สาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินจะไม่มีคลอโรพลาสต์แต่ก็มีสารประกอบต่างๆที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกระจายอยู่ในไซโทพลาซึมจึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

คำถามชวนคิด

คลอโรฟิลล์สามารถดูดซับพลังงานแสงสีใดได้ดีที่สุดและดูดซับพลังงานแสงสีใดได้น้อยที่สุด

....

....

....

สารสีเสริม (accessory pigment)

เป็นสารสีที่ดูดซับพลังงานแสงแล้วส่งผ่านให้กับคลอโรฟิลล์ a เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อไป ได้แก่ แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และไฟโคบิลิน (phycobilin)

1. แคโรทีนอยด์

เป็นสารประกอบจำพวกไขมันพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น ในพืช สาหร่าย และแบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ แคโรทีนอยด์ประกอบด้วยสารสี 2 ชนิดคือ

1. แคโรทีน (carotene) เป็นสารสีที่มีสีแดงส้ม มีโครงสร้างคล้ายวิตามินเอ สูตรโมเลกุลคือ C40H56 พบในพืชและสาหร่ายทุกชนิด เช่น บีตา – แคโรทีน (β - carotene) สามารถ

2. แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) เป็นสารสีที่มีสีเหลืองหรือสีเหลืองแกมน้ำตาลพบในพืชและสาหร่ายแทบทุกชนิด เช่น ลูทีน (lutein) ดูดซับพลังงานแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 445 นาโนเมตรและ 473 นาโนเมตร

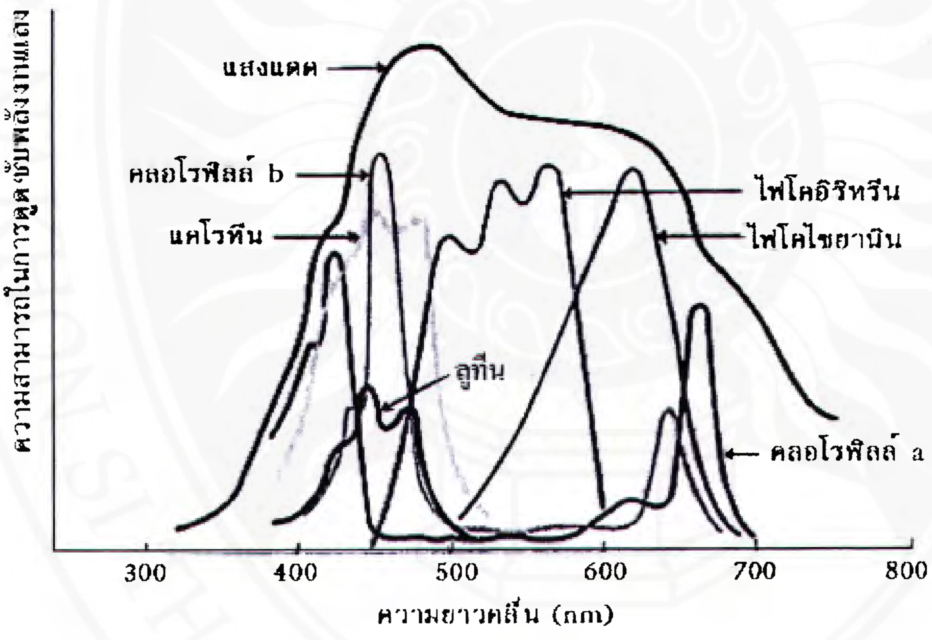
แคโรทีนอยด์จะทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์ a ที่เป็นศูนย์กลางของระบบแสง I และระบบแสง II อีกต่อหนึ่ง ทำให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้นจนเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอน ดังนั้นการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะไม่เกิดขึ้นถ้ามีแต่โมเลกุลของ แคโรทีนอยด์เพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นแคโรทีนอยด์สามารถดูดซับแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียวได้จึงเป็นการช่วยคลอโรฟิลล์ดูดซับพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นที่คลอโรฟิลล์ดูดซับได้น้อยและยังช่วยป้องกันไม่ให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลายเมื่อมีแสงมากเกินไป แคโรทีนอยด์ยังมีอยู่ในรูปพลาสทิด (plastid) รูปอื่นๆ เช่น โครโมพลาสต์ ที่อยู่ในส่วนต่างๆของพืชที่มีสี เช่นดอกไม้ สีเหลือง หัวแครอท ผลมะเขือเทศสุก เป็นต้น นอกจากในพืชแล้วยังอาจมีอยู่ในเซลล์ของสัตว์ได้ เช่น ในเซลล์ที่มีสีชมพูของมันกุ้ง เป็นต้น

2. ไฟโคบิลิน (phycobilin)

ไฟโคบิลิน เป็นสารสีที่ไม่พบในพืชชั้นสูงแต่พบเฉพาะในสาหร่ายสีแดงและสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน มีคุณสมบัติแตกต่างจากคลอโรฟิลล์และสารสีประกอบชนิดอื่น คือ ละลายน้ำได้ มีอยู่เฉพาะในสาหร่ายสีแดงและสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน ไฟโคบิลินทำหน้าที่เช่นเดียวกับแคโรทีนอยด์ โดยดูดซับพลังงานแสงแล้วส่งผ่านมาให้คลอโรฟิลล์ a และช่วยดูดซับพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นที่คลอโรฟิลล์รับได้น้อยหรือไม่สามารถดูดซับได้ เช่น ไฟโคอีริทรินดูดซับแสงสีเขียวได้ดีที่สุด ไฟโคบิลิน ประกอบด้วยสารสี 2 ชนิดคือ

1. ไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) เป็นสารสีสีแดง มีอยู่ในสาหร่ายสีแดง จะดูดซับพลังงานแสงที่ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 495- 615 นาโนเมตร (แสงสีเขียว) ได้ดีที่สุด

2. ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) เป็นสารสีสีน้ำเงิน มีอยู่ในสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน ดูดซับพลังงานแสงช่วงความยาวคลื่น 550-615 นาโนเมตร (แสงสีเหลือง) ได้ดีที่สุด ให้นักเรียนศึกษากราฟแสดงความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงของสารสีต่างๆ จากรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงของสารสีต่างๆ

ที่มา : www.il.mahidol.ac.th/e-media/photosynthesis/cloroplast/cloroplast5.htm

วันที่สืบค้น 29/11/2555

คำถามชวนคิด

นักเรียนคิดว่าถ้าหากมีแต่สารสีอื่นๆยกเว้นคลอโรฟิลล์ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จะเกิดขึ้นได้หรือไม่เพราะเหตุใด

....

....

....

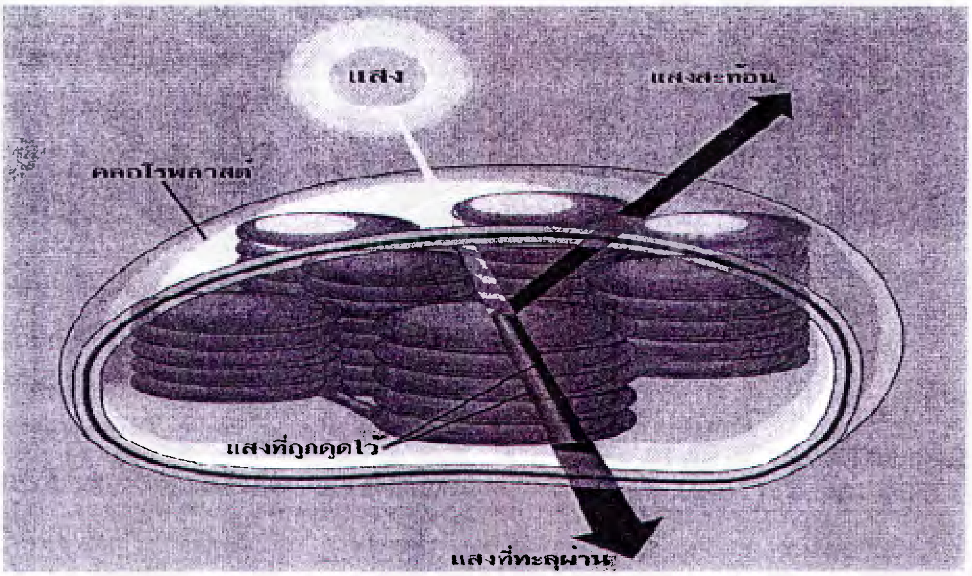
ความรู้เพิ่มเติม

- แบคทีริโอคลอโรฟิลล์ (bacteriochlorophyll) เป็นสารสีสีเขียวคล้ายคลอโรฟิลล์ a แต่มีสารสีพวกแคโรทีนอยด์ หุ้มอยู่ข้างนอกอีกทีหนึ่ง จึงเห็นเป็นสีแดงหรือสีม่วงหรือสีเหลือง พบในแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงเองได้ ได้แก่แบคทีเรียสีม่วง (purple sulphur bacteria) และแบคทีเรียสีเขียว (green sulphur bacteria) แบคทีเรียพวกนี้สามารถดูดซับพลังงานแสงได้ดีในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดงและแสงสีม่วง

- แบคทีริโอไวริดิน (bacterioviridin) เป็นสารสีที่มีโครงสร้างเหมือนแบคทีริโอคลอโรฟิลล์ แต่ไม่มีแคโรทีนอยด์หุ้มจึงเห็นเป็นสีเขียวพบในแบคทีเรียสีเขียวสามารถดูดซับพลังงานแสงได้ดีในช่วง ความยาวคลื่น 650 – 660 นาโนเมตร

เหตุใดเราจึงมองเห็นใบไม้มีสีเขียว

การที่เรามองเห็นคลอโรฟิลล์มีสีเขียวอมเหลือง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ดูดซับแสงสีเขียว-เหลืองได้ไม่ดีแต่จะดูดซับพลังงานแสงที่ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 420-460 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และที่ช่วงความยาวคลื่น 630-660 นาโนเมตร (แสงสีแดง) ไว้ได้ดีมาก ส่วนแสงสีเขียว-เหลืองจะสะท้อนหรือทะลุผ่านใบไม้ไป ให้นักเรียนศึกษาการดูดซับพลังงานแสงของสารสีจากรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การดูดซับพลังงานแสงของสารสี
ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th
วันที่สืบค้น 29/11/2555

คำถามชวนคิด
เราจะพบคลอโรฟิลล์ในใบไม้ทุกชนิดหรือไม่ เพราะเหตุใด
....
....

แบบฝึกหัด 1.1

เรื่องสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้ 10 ข้อ
2. การตอบคำถามแต่ละข้อต้องตอบให้ครอบคลุมและถูกต้องตามข้อคำถามจึงจะได้คะแนนเต็ม ในข้อนั้น หากตอบถูกแต่ไม่ครอบคลุมข้อคำถามจะได้คะแนนครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม
3. เวลา 20 นาที

1. เราจะพบสารสีชนิดใดในแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

....

....

2. สารสีชนิดใดที่พบในสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ทุกชนิด

....

....

3. สารสีที่พบเฉพาะในสาหร่ายสีแดง และสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน ไม่พบในพืชและสาหร่ายชนิดอื่น คือสารสีชนิดใด

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

4. นักเรียนคิดว่าใบไม้ที่มีสีดังภาพน่าจะมีสารสีชนิดใดมากที่สุด

....

....

....

5. คลอโรฟิลล์ สามารถดูดซับพลังงานแสงสีใดได้ดีที่สุดและน้อยที่สุดตามลำดับ

....

....

....

6. คลอโรฟิลล์ชนิดใดที่มีความสำคัญที่สุดในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพราะเหตุใด

....

....

7. แคโรทีนอยด์มีบทบาทอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

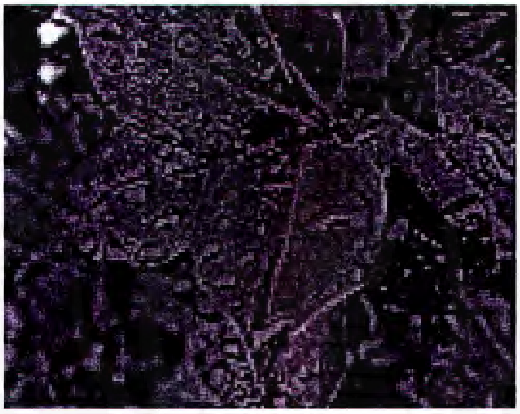
....

....

....

8. การที่พืชมีสารสีหลายชนิดจะมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร

9. นักเรียนคิดว่าใบไม้ดังภาพน่าจะมีสารสีชนิดใดมากที่สุด



....

....

....

....

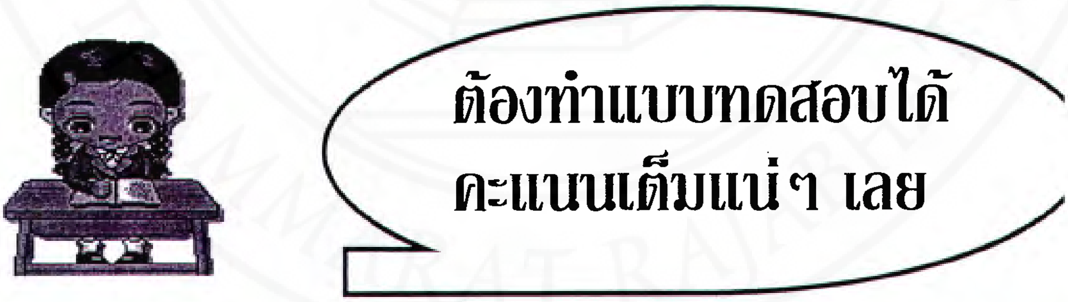
10. เพราะเหตุใดสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินแม้ไม่มีคลอโรพลาสต์ก็ยังสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

....

....

....

....



แนวเฉลยแบบฝึกหัด

เรื่องสารสีที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

1. เราจะพบสารสีชนิดใดในแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

แนวการตอบ แคโรทีนอยด์และแบคทีริโอคลอโรฟิลล์ a, c, d

2. สารสีชนิดใดที่พบในสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ทุกชนิด

แนวการตอบ แคโรทีนอยด์

3. สารสีที่พบเฉพาะในสาหร่ายสีแดง และสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน ไม่พบในพืชและสาหร่ายชนิดอื่น คือสารสีชนิดใด

แนวการตอบ ไฟโคบิลิน

4. จากภาพใบไม้ที่เห็นเป็นสีเหลืองเข้มน่าจะมีสารสีชนิดใดมากที่สุด

แนวการตอบ แซนโทฟิลล์

5. คลอโรฟิลล์ สามารถดูดซับพลังงานแสงสีใดได้ดีที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับ

แนวการตอบ คลอโรฟิลล์ สามารถดูดซับพลังงานแสงสีม่วงน้ำเงินได้ดีที่สุดและสามารถดูดซับพลังงานแสงสีเขียวได้น้อยที่สุด

6. คลอโรฟิลล์ชนิดใดที่มีความสำคัญที่สุดในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพราะเหตุใด

แนวการตอบ คลอโรฟิลล์ เอ เนื่องจากสามารถนำพลังงานแสงที่ได้รับไปใช้ได้โดยตรง แต่สารสีอื่นๆ ไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงต้องถ่ายทอดให้กับคลอโรฟิลล์ เออีกทอดหนึ่งจึงสามารถ นำไปใช้ได้

7. แคโรทีนอยด์มีบทบาทอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

แนวการตอบ เป็นตัวรับพลังงานจากแสงแล้วส่งต่อให้กับคลอโรฟิลล์ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วย แสงอีกต่อหนึ่ง หากพืชชนิดใดมีเฉพาะแคโรทีนอยด์อยู่เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีคลอโรฟิลล์ พืชนั้น จะสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้

8. การที่พืชมีสารสีหลายชนิดจะมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร

แนวการตอบ หากพืชมีสารสีหลายชนิดจะมีประโยชน์ในการรับความยาวคลื่นแสงสีต่างๆที่แตกต่างกันได้มากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงดียิ่งขึ้น

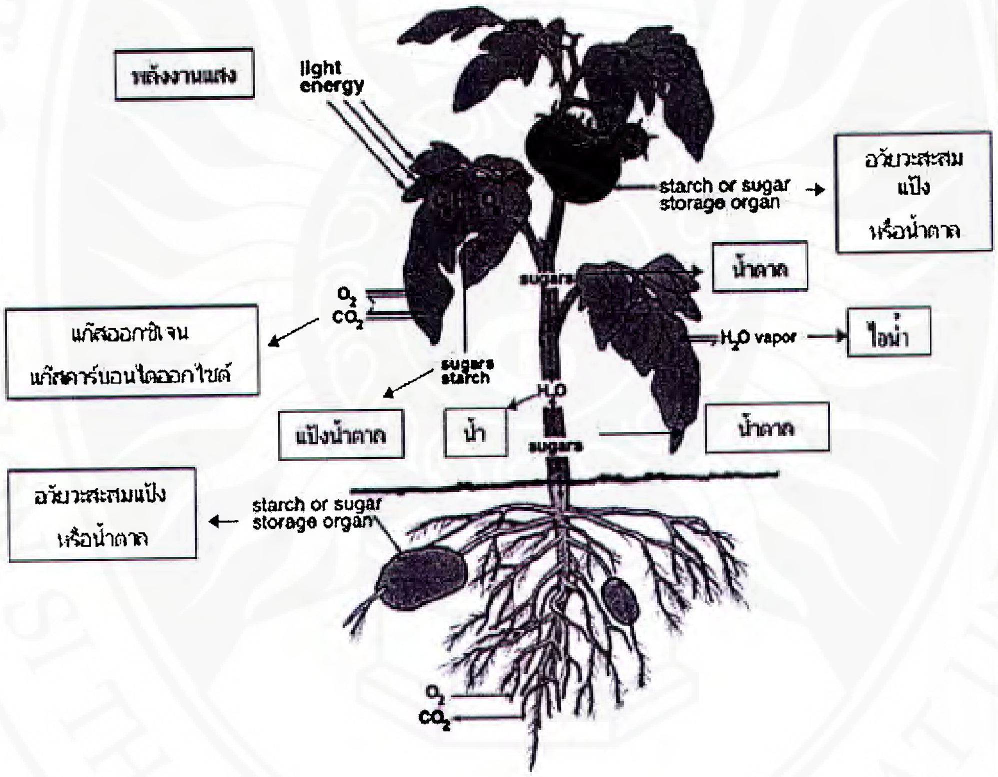
9. นักเรียนคิดว่าใบไม้ดังภาพน่าจะมีสารสีชนิดใดมากที่สุด

แนวการตอบ คลอโรฟิลล์

10. เพราะเหตุใดสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินแม้ไม่มีคลอโรพลาสต์ก็ยังสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

แนวการตอบ เพราะสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินมีสารประกอบต่างๆที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกระจายอยู่ในไซโทพลาซึม จึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

ชุดที่ 3 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



เวลา 4 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลทดลองอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันในพืชทั่วๆ ไปกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืชC_4 และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

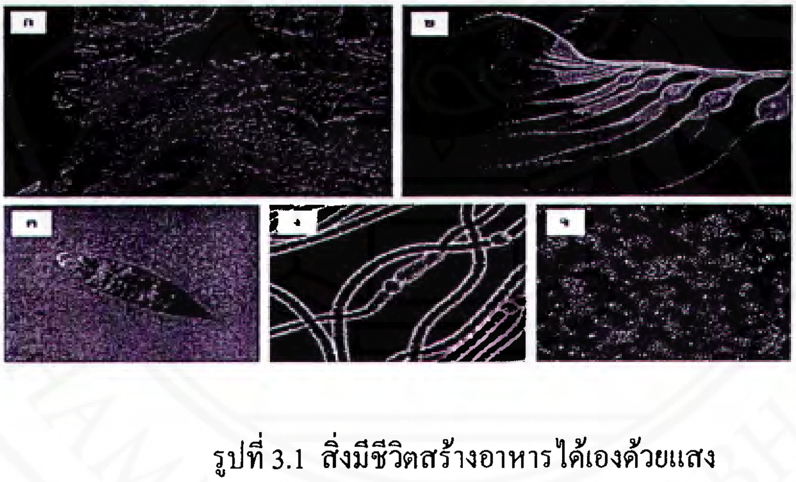
1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. นักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบระหว่างปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานและมีความกระตือรือร้นในการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

[redacted]

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

สิ่งมีชีวิตดำรงชีพได้ด้วยการรับพลังงานสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปใช้ในร่างกายและจะขับของเสียรวมทั้งพลังงานที่ใช้ไม่ได้กลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการผลิตอาหารเลี้ยงตัวเองได้เราเรียกว่าสิ่งมีชีวิตสร้างอาหารเองได้ (autotrophic) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองพวก ได้แก่พวกที่ใช้พลังงานแสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงจากดวงอาทิตย์และพวกที่ใช้สารอนินทรีย์พวกซัลเฟอร์และแอมโมเนียในการสร้างอาหาร ดังนั้นเราจึงเรียกสิ่งมีชีวิตที่ใช้พลังงานแสงเพื่อการดำรงชีพว่าสิ่งมีชีวิตสร้างอาหารได้เองด้วยแสง (photoautotropic) สิ่งมีชีวิตพวกนี้ได้แก่พืช สาหร่าย โพรทิสต์บางชนิดเช่น ยูกลีนา รวมทั้งสิ่งมีชีวิตพวกโพรแคริโอตบางพวกเช่นสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงินส่วนสิ่งมีชีวิตที่ใช้สารอนินทรีย์ในการสร้างอาหารโดยไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานแสงเลยเราเรียกว่าสิ่งมีชีวิตสร้างอาหารได้เองทางเคมี (chemoautotrophic) ซึ่งได้แก่แบคทีเรียบางชนิดให้นักเรียนศึกษาจากรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สิ่งมีชีวิตสร้างอาหารได้เองด้วยแสง

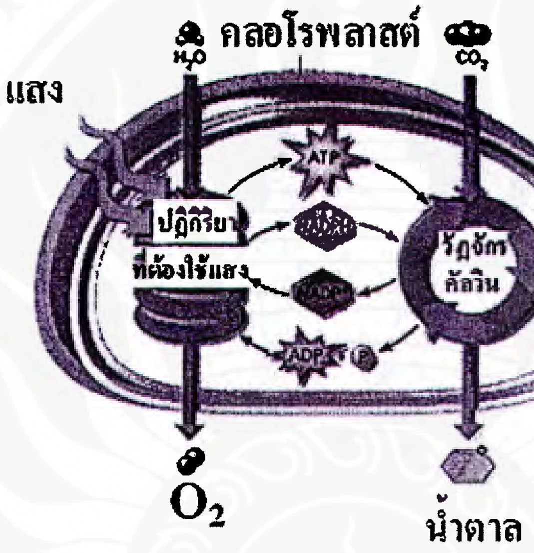
(ก) พืช (ข) สาหร่าย (ค) โพรทิสต์ (ง) สาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน

(จ) แบคทีเรียที่ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงแทนน้ำ

ที่มา :www.psuwit.psu.ac.th

วันที่สืบค้น 1/12/2555

การสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกันคือขั้นตอนปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี และขั้นตอนปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง ซึ่งเป็นขั้นตอนของการสังเคราะห์น้ำตาลที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่าวัฏจักรคัลวิน (calvin cycle) ให้นักเรียนศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจากรูปที่3.2

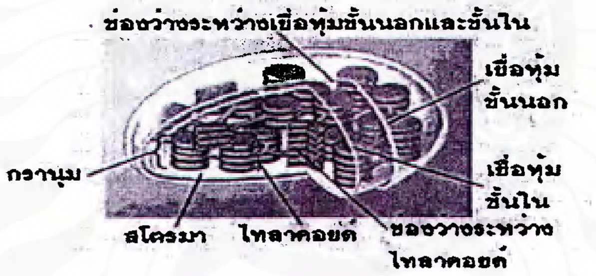


รูปที่ 3.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
ที่มา : www.3.bp.blogspot.com
วันที่สืบค้น 1/12/2555

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นปฏิกิริยาที่ต่อเนื่องกันทั้งปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง สำหรับปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงนั้นเกิดขึ้นได้เฉพาะช่วงมีแสง ผลจากปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงตามมาโดยไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในที่มืด ส่วนปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงก็ยังคงเกิดต่อเนื่องเรื่อยไปในช่วงมีแสง ผลที่ได้จากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงต่อไป ปฏิกิริยาทั้งสองช่วงนั้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (lightreaction)

หลักฐานต่างๆ ยืนยันว่าออร์แกเนลล์ที่สำคัญของพืชคือ คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นแหล่งที่เกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและเทคนิคต่างๆทำให้ทราบลักษณะของคลอโรพลาสต์เป็นอย่างดี คลอโรพลาสต์ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างกลมรี มีขนาดความยาวประมาณ 5 ไมโครเมตร กว้าง 2 ไมโครเมตร และหนาประมาณ 1- 2 ไมโครเมตร จำนวนแต่ละเซลล์มีไม่แน่นอน มีตั้งแต่สิบขึ้นไปจนถึงร้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและชนิดของเซลล์พืช คลอโรพลาสต์ มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เยื่อชั้นในเรียงตัวเป็นถุงแบนเรียกว่าไทลาคอยด์ (thylakoid) ซึ่งภายในมีกลุ่มโมเลกุลของสารสีที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงอยู่มากมาย ไทลาคอยด์เรียงซ้อนกันหลายชั้นเรียกว่ากรานุม (granum) ภายในคลอโรพลาสต์จะมีกรานุมอยู่จำนวนมากประมาณ 40 – 60 กรานุม เรียงต่อกันด้วยเยื่อสโตรมา ลาเมลลา (stroma lamella) หรือเยื่อสโตรมาไทลาคอยด์ (stromathylakoid) ซึ่งภายในมีสารสีคลอโรฟิลล์ด้วย กรานุมหลายๆ กรานุมเรียกว่ากรานา (grana) ของเหลวในคลอโรพลาสต์เรียกว่าสโตรมา (stroma) ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงเกิดในกรานา ส่วนปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงเกิดในสโตรมา ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์จากรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของคลอโรพลาสต์
ที่มา : www.il.mahidol.ac.th/e-media/science4/plant/extra.htm
วันที่สืบค้น 1/12/2555

ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงเป็นปฏิกิริยาที่พืชรับพลังงานแสงมาใช้สร้างสารอินทรีย์ 2 ชนิด คือ ATP และNADPH + H^+ โดยใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาและเกิดแก๊สออกซิเจน

ภายในคลอโรพลาสต์ของพืชชั้นสูงจะมีกลุ่มโมเลกุลของสารสีที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงรวมกันเป็นหน่วยย่อยเรียกว่าหน่วยสังเคราะห์แสง (photosynthetic unit) อยู่ที่เยื่อไทลาคอยด์ แต่ละหน่วยประกอบด้วยสารสีประมาณ300 โมเลกุล หน่วยสังเคราะห์แสงแต่ละหน่วยประกอบด้วย

ศูนย์กลางการรับแสง 2 ระบบ แต่ละระบบมีความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงในช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน ระบบแสงทั้ง 2 ระบบนี้รวมเรียกว่า ควอนตาโซม (quantasome)

กลุ่มสารสีในปฏิกิริยา 2 ระบบได้แก่

1. กลุ่มสารสีระบบแสง I (photosystem I) หรือ P700 เป็นกลุ่มสารสีที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์ a รูปพิเศษ (P700) และแคโรทีนอยด์สามารถดูดซับพลังงานแสงในช่วงคลื่นไม่เกิน 700 นาโนเมตร โดยมีศูนย์กลางปฏิกิริยาอยู่ที่ 700 นาโนเมตร

2. กลุ่มสารสีระบบแสง II (photosystem II) หรือ P680 เป็นกลุ่มสารสีที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ a คลอโรฟิลล์ a รูปพิเศษ (P680) คลอโรฟิลล์ b คลอโรฟิลล์ c คลอโรฟิลล์ d และสารสีอื่นๆ แล้วแต่ชนิดของพืช สามารถดูดซับพลังงานแสงในช่วงคลื่นสั้นกว่า 680 นาโนเมตร โดยมีศูนย์กลางปฏิกิริยาอยู่ที่ 680 นาโนเมตร

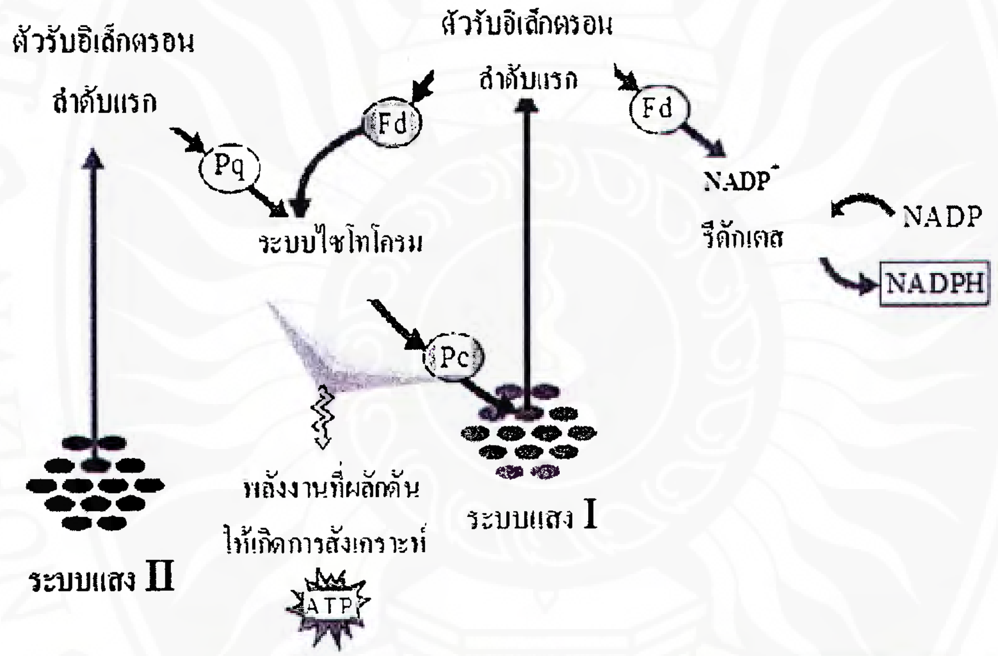
สำหรับปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง จะมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี แล้วเก็บไว้ในสารประกอบ ATP และ NADPH2 เมื่อแสงส่องถูกคลอโรฟิลล์ พลังงานแสงบางส่วนจะถูกคลอโรฟิลล์ดูดซับเอาไว้ ทำให้อิเล็กตรอนภายในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้นและถ้าหากมีพลังงานแสงมากพอจะทำให้อิเล็กตรอนนี้หลุดออกจากคลอโรฟิลล์ อิเล็กตรอนที่หลุดออกมานี้อาจมีจำนวนมากและจะถูกสารบางอย่างมารับแล้วถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปเป็นทอดๆ พลังงานภายในอิเล็กตรอนจะลดลงเรื่อยๆ พลังงานที่ปล่อยออกมาจะถูกนำไปสร้างเป็น ATP หรือ NADPH2 แล้วแต่กรณี การถ่ายโอนอิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์ มี 2 ระบบคือ

1) การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer)
2) การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non-cyclic electron transfer)

1. การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer)

การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร เป็นการถ่ายโอนอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงเพียงระบบเดียวเท่านั้น คือระบบแสง I โดยเริ่มจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ a ในระบบแสง I ดูดซับพลังงานแสง ทำให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีระดับพลังงานสูงขึ้น และเคลื่อนที่หลุดจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์และถูกถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้กับตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) ตัวแรกซึ่งยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นสารใด แต่เข้าใจว่าน่าจะเป็นเฟอร์ริดอกซินรีดิวซิงซับสแตนซ์ (ferredoxin- reducing substance) แล้วสารนี้จึงถ่ายโอนอิเล็กตรอนต่อไปยังเฟอร์ริดอกซิน (ferredoxin) ไซโทโครม b (cytochrome b) ไซโทโครม f (cytochrome f) และพลาสโทไซยานิน

(plastocyanin) ตามลำดับต่อจากนั้นจึงถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้แก่โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ a (P700) ที่ถูกออกซิไดส์ในระบบแสง I อีกครั้งหนึ่ง ขณะที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปนั้นจะมีการปล่อยพลังงานออกจากอิเล็กตรอนเพื่อนำไปสร้าง ATP (จาก ADP + Pi) เรียกว่าการสร้างพลังงาน ATP ด้วยแสงแบบเป็นวัฏจักร (cyclic photophosphorylation) การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบนี้จะทำให้ได้พลังงานในรูปของ ATP1 โมเลกุลต่อการถ่ายโอนอิเล็กตรอน 1 คู่จะเห็นได้ว่าอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากระบบแสง I จะวนกลับมายังระบบแสง I ตามเดิม สำหรับการสร้างพลังงาน ATP ด้วยแสงแบบเป็นวัฏจักรอาจไม่เกิดในสภาพปกติของการสังเคราะห์ด้วยแสง ในพืชทั่วๆ ไป นักชีววิทยาเชื่อกันว่ากระบวนการนี้น่าจะเกิดกับแบคทีเรียที่สร้างพลังงาน ATP ด้วยแสงให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร จากรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร

ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th

วันที่สืบค้น 1/12/2555

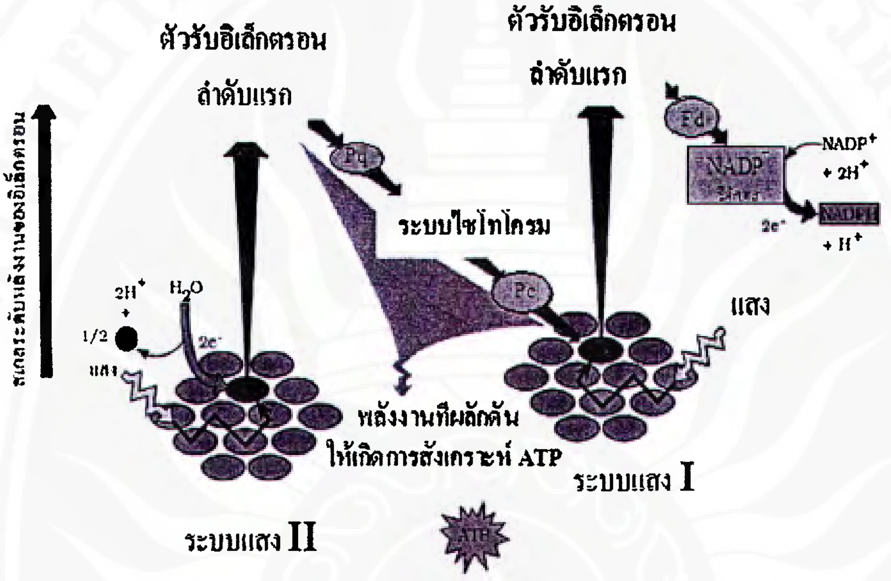
2. การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non-cyclic electron transfer)

การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบนี้จะเกี่ยวข้องทั้งระบบแสง I และระบบแสง II รวมทั้งน้ำด้วย เมื่อพืชได้รับพลังงานแสงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นพร้อมๆกันทั้งสองระบบแสง การถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะเริ่มจากคลอโรฟิลล์ในระบบแสง I (P700) ได้รับพลังงานแสงทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น และหลุดออกจากคลอโรฟิลล์ เกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปยังตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) ตัวแรกซึ่งเข้าใจว่าเป็นเฟอร์ริดอกซินรีดิวซิงซับสแตนซ์และเฟอร์ริดอกซินตามลำดับ หลังจากนั้นเฟอร์ริดอกซินจะถูกออกซิไดส์ อิเล็กตรอนจากเฟอร์ริดอกซินจะถูกถ่ายโอนให้กับ NADP+ ซึ่งเป็นตัวสุดท้ายที่จะรับอิเล็กตรอนและเมื่อรวมกับโปรตอน (2H+) จากการแยกสลายด้วยแสง (photolysis) จะกลายเป็น NADPH + H+ โดยไม่หวนกลับมายัง ระบบแสง I อีกทำให้ระบบแสง I ขาดอิเล็กตรอนไป 1 คู่

ในระบบแสง II (P680) เมื่ออิเล็กตรอนมีพลังงานสูงและหลุดออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกได้แก่ ฟีโอไฟทิน (pheophytin) จะถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้กับพลาสโทควิโนน (plastoquinone) สารนี้จะถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้กับไซโทโครม b (cytochrome b) แล้วสร้างพลังงานได้ ATP แล้วจึงส่งต่อไปยังไซโทโครม f (cytochrome f) พลาสโทไซยานิน (plastocyanin) และโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ a (P700) ที่ถูกออกซิไดส์ในระบบแสง I ตามลำดับ ในขณะที่มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปยังตัวนำต่างๆ ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนจะลดลงเนื่องจากส่วนหนึ่งของพลังงานจะถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยน ADP และ Pi ให้เป็น ATP เช่นเดียวกับที่เกิดในช่วงการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็น วัฏจักร การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบนี้จะทำให้ได้พลังงานในรูปของ ATP2 โมเลกุล จะเห็นได้ว่าอิเล็กตรอนจากระบบแสง II จะถูกถ่ายโอนไปยังระบบแสง I จึงทำให้ระบบแสง II อยู่ในสภาพขาดอิเล็กตรอน จำเป็นต้องได้รับอิเล็กตรอนจากสารอื่น อิเล็กตรอนที่ระบบแสง II ได้รับมาจากกระบวนการแยกสลายด้วยแสง (photolysis) ซึ่งค้นพบโดยโรบิน ฮิลล์ (Robin Hill) ดังนั้นจึงอาจเรียกชื่อตามชื่อของผู้ค้นพบว่า ปฏิกิริยาฮิลล์ (Hillreaction) การแยกสลายด้วยแสงนอกจากจะให้อิเล็กตรอนแล้วยังให้ออกซิเจนและโปรตอนอีกด้วย ดังสมการ

$$2H_2O \xrightarrow{\text{แสง}} 4e^- + 4H^- + O_2$$

โดยสรุปการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรจะมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปในทางเดียว คือจากน้ำไปสู่ NADP+ ดังนี้ น้ำ → ระบบแสง II → ระบบแสง I → NADP+ ได้สารประกอบที่มีพลังงานสูง 2 ชนิดคือ ATP และ NADPH+H+ ให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรจากรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th

วันที่สืบค้น 1/12/2555

การสร้างพลังงาน ATP ด้วยแสง (photophosphorylation)

การสร้างพลังงาน ATP ด้วยแสง เป็นการสังเคราะห์ ATP แบบออสโมซิสเคมี (chemiosmosis) คือจะใช้พลังงานจากปฏิกิริยารีดอกซ์ในกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เพื่อเป็นแรงในการเคลื่อนที่ของโปรตอนและเกิดการดันโปรตอนผ่านเยื่อหุ้มไทลาคอยด์มิทเชลล์ (Mitchell) ได้ทำการค้นคว้าและวิจัยในปี 1961 และได้เสนอสมมติฐานการซึมทางเคมี (chemiosmotic hypothesis) ที่ให้เหตุผลสำหรับการสร้างพลังงาน ATP ซึ่งทฤษฎีนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในแวดวงนักชีวเคมี สรุปได้ดังนี้

1. ATP สังเคราะห์ที่ส่วนของไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ซึ่งไม่ยอมให้โปรตอน (H+) ผ่านได้
2. อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่สู่ NADP+ ผ่านไปตามระบบที่มีตัวรับอิเล็กตรอนเป็นทอดๆ

3. การถ่ายโอนอิเล็กตรอนจะสัมพันธ์กับการดันโปรตอนจากสโตรมาเข้าสู่ภายในไทลาคอยด์ทำให้มีความเข้มข้นของโปรตอนภายในมาก จึงเกิดความแตกต่างของพีเอช (pH) และชลศักย์ (water potential) ในคลอโรพลาสต์

4. ความแตกต่างของพีเอช (pH) และชลศักย์ (water potential) ในไทลาคอยด์และสโตรมาทำให้เกิดการดันโปรตอนจากไทลาคอยด์ออกมายังสโตรมาทางอนุภาคมูลฐาน (elementary particle)

5. ที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์นั้นมีเอนไซม์ ATP synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นให้ ADP รวมกับ Pi

การสร้าง NADPH+H+ หรือ NADPH2

เมื่อ NADP+ รับอิเล็กตรอน (2e-) ที่หลุดมาจากระบบแสง I แล้วจะมีสถานะทางไฟฟ้าเป็นประจุลบ ดังนั้นจึงต้องรับโปรตอน (2H+) ที่ได้จากการแยกสลายด้วยแสงโดยเร็ว และกลายเป็น NADPH+H+ หรือ NADPH2 ที่มีประจุเป็นกลางและจะนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงต่อไป การเกิด NADPH+H+ เป็นไปดังสมการ

$$NADP^+ + 2e^- + 2H^+ \rightarrow NADPH + H^+$$

ตารางเปรียบเทียบการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร	การถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร
1. เกี่ยวข้องกับระบบแสง I	1. เกี่ยวข้องกับระบบแสง I และระบบแสง II
2. อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากคลอโรฟิลล์ของระบบแสง I จะกลับสู่ที่เดิม	2. อิเล็กตรอนที่หลุดไปจะไม่กลับมาที่เดิม แต่จะมีอิเล็กตรอนจากระบบแสง II มาแทนที่
3. มีการสร้าง ATP 1 โมเลกุล	3. มีการสร้าง ATP 2 โมเลกุล
4. ไม่มีการสร้าง $NADPH+H^+$	4. มีการสร้าง $NADPH+H^+$
5. ไม่มีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น	5. มีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น
6. ไม่มีการแยกสลายด้วยแสง (photolysis)	6. มีการแยกสลายด้วยแสง (photolysis)
7. ใช้สารสีในระบบแสง I	7. ใช้สารสีในระบบแสง I และระบบแสง II

แบบฝึกหัดที่ 1.1

เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปฏิกิริยาที่ใช้แสง (light reaction)

****

คำชี้แจง

1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 20 นาที
2. การตอบคำถามแต่ละข้อต้องตอบให้ครอบคลุมและถูกต้องตามข้อคำถามจึงจะได้คะแนนเต็มในข้อนั้น หากตอบถูกแต่ไม่ครอบคลุมข้อคำถามจะได้คะแนนครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

1. ผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) ได้แก่สารใด

....

....

....

2. ผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer) ได้แก่สารใด

....

....

....

3. ให้นักเรียนเรียงลำดับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer)

....

....

....

4. พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่คลอโรฟิลล์ดูดซับไว้จะถูกนำไปใช้เพื่ออะไร

5. กระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) เกี่ยวข้องกับระบบแสงใด

....

....

....

6. กระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer) เกี่ยวข้องกับระบบแสงใด

....

....

7. อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากสารสีระบบแสง II จะเข้าสู่สารสีระบบแสง I ทันทีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

....

....

....

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงขั้นตอนที่ต้องใช้แสงจะต้องประกอบด้วยปัจจัยในข้อใด

....

....

....

9. การแยกสลายด้วยแสง (photolysis) ของการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจเหมือนกันอย่างไร

....

....

....

10. สารที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงคือสารใด

....

....

....

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction)

ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction)

ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงเกิดขึ้นที่สโตรมา (stroma) ของคลอโรพลาสต์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องใช้แสง (แม้จะมีแสง) แต่ต้องการ ATP และ NADPH + H^+ จากปฏิกิริยาที่ใช้แสงและเกิดต่อเนื่องจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง กระบวนการนี้มีการนำคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นวัตถุดิบอย่างหนึ่งมาเปลี่ยนแปลงและรวมตัวกับไฮโดรเจนจาก NADPH + H^+ โดยใช้พลังงานจาก ATP เพื่อสร้างน้ำตาลขึ้นมา เนื่องจากกระบวนการนี้ต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าร่วม จึงอาจเรียกว่ากระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide fixation) สำหรับบุคคลแรกที่ใช้คำว่า dark reaction คือ เอฟ.เอฟ. แบลคแมน (F.F. Black MAN) เมื่อปี ค.ศ. 1905 (พ.ศ. 2448)

นักชีววิทยาได้ทดลองโดยใช้สาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียวชื่อ คลอเรลลา ใส่ในขวดซึ่งมีน้ำและ C14 ในรูปของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนแล้วผ่านแสงลงไป ต่อจากนั้นนำสาหร่ายมาวิเคราะห์หาสารต่างๆ เป็นระยะๆ 5 วินาทีหลังจากที่ผ่านแสงลงไป ตรวจพบ C^{14} ในสารประกอบที่มีคาร์บอนอะตอมคือกรดฟอสโฟกลีเซอริก (phosphoglyceric acid : PGA) เมื่อเกิดสังเคราะห์ด้วยแสง 60 วินาทีจะพบ C14 อยู่ในสารประกอบที่มีคาร์บอน 3 อะตอม 5 อะตอม 6 อะตอม ถ้าให้เวลาเป็นเวลา 90 วินาทีจะตรวจพบ C^{14} อยู่ในสารต่างๆหลายชนิดรวมทั้งกลูโคสและไขมันด้วย ภายในเซลล์ของสาหร่ายคลอเรลลามีสารที่มีคาร์บอน 5 อะตอมเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา สารตัวนี้คือไรบูโลสบิสฟอสเฟต (ribulosebisphosphate: RuBP) ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสารตัวนี้จะรวมตัวกับ C^{14} ในคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารที่มีคาร์บอน 6 อะตอมแต่สารนี้ไม่อยู่ตัวจึงแตกตัวเป็นสาร ATP2 โมเลกุล

จากการทดลองของคัลวินและคณะสันนิษฐานว่าน่าจะมีสารประกอบคาร์บอน 2 อะตอมซึ่งเมื่อรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์จะได้ PGA แต่หลังจากการค้นหาไม่พบสารประกอบที่มีคาร์บอน 2 อะตอมอยู่เลย เขาจึงตรวจหาสารประกอบใหม่ที่จะมารวมกับ CO_2 เป็น PGA จากการตรวจสอบพบสารประกอบจำพวกน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมคือ ไรบูโลสบิสฟอสเฟต เมื่อรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นสารประกอบตัวใหม่ที่มีคาร์บอน 6 อะตอมแต่สารนี้ไม่อยู่ตัวจะสลายกลายเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA จำนวน 2 โมเลกุล

นอกจากนี้คัลวินและคณะได้พบปฏิกิริยาเหล่านี้ เกิดหลายขั้นตอนต่อเนื่องไปเป็นวัฏจักร ในปัจจุบันเรียกวัฏจักรของปฏิกิริยานี้ว่า วัฏจักรคัลวินการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกระบวนการที่พืชนำพลังงานเคมีที่ได้จากปฏิกิริยาแสงในรูป ATP และ NADPH2 มาใช้ในการสร้างสารอินทรีย์ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกรีดิวส์เป็นน้ำตาลไตรโอสฟอสเฟต

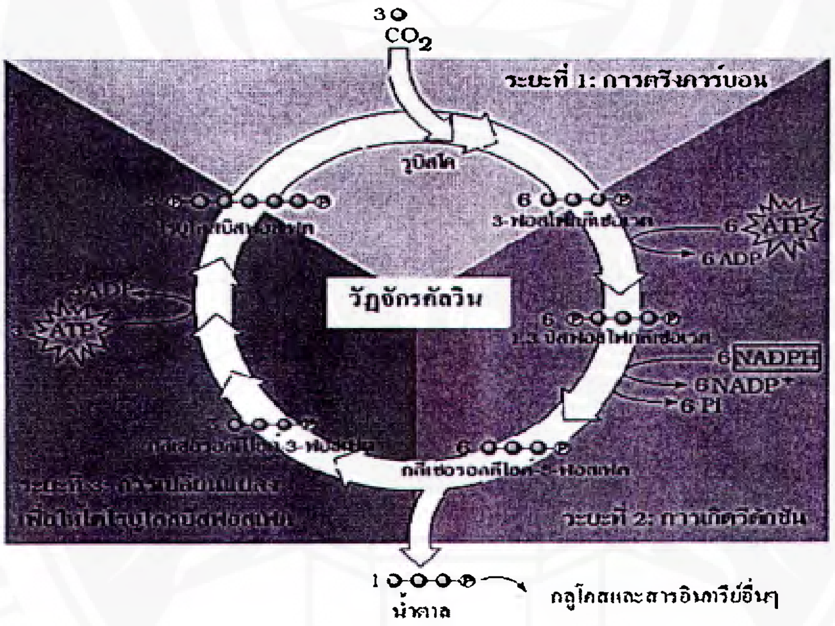
ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงมี 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การตรึงคาร์บอน (carboxylative phase)

ระยะที่ 2 การเกิดรีดักชัน (reductive phase)

ระยะที่ 3 การเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ไรบูโลสบิสฟอสเฟต (regenerative phase) และการสังเคราะห์ (synthetic phase)

ให้นักเรียนศึกษาวัฏจักรคัลวินจากรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วัฏจักรคัลวิน

ที่มา : www.psuwit.psu.ac.th

วันที่สืบค้น 1/12/2555

ระยะที่ 1 การตรึงคาร์บอน (carboxylative phase)

- เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กับไรบูโลสบิสฟอสเฟ (ribulosebisphosphate: RuBP) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมและหมู่ฟอสเฟต (Pi) 2 หมู่

- ผลจากการทำปฏิกิริยาจะได้สารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งมีคาร์บอน 6 อะตอมแต่จะไม่อยู่ตัว ต่อจากนั้นจะถูกเอนไซม์ไรบูโลสบิสฟอสเฟตคาร์บอกซิเลส (ribulosebisphosphatecarboxylase) เร่งปฏิกิริยาให้สลายตัวอย่างรวดเร็ว ได้เป็นสารที่อยู่ตัวคือกรดฟอสโฟกลีเซอริก (phosphoglycericacid : PGA) 2 โมเลกุล ซึ่งแต่ละโมเลกุลของ PGA จะมีคาร์บอน 3 อะตอมและหมู่ฟอสเฟต 1 หมู่

- ถ้าเริ่มจาก RuBP6 โมเลกุลรวมตัวกับ CO_2 6 โมเลกุล จะได้ PGA 12 โมเลกุล ดังสมการ 1

$$6\ RuBP + 6CO_2 + 6H_2O \rightarrow 12\ PGA \text{ --------------------- (1)}$$

ระยะที่ 2 การเกิดรีดักชัน (reductive phase)

- เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงจาก PGA จนได้ PGAL (phosphoglyceraldehyde) โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง กล่าวคือได้รับไฮโดรเจนจาก NADPH + H^+ และพลังงานจากการสลายตัวของ ATP

- PGAL 1 โมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอม และหมู่ฟอสเฟต 1 หมู่ ดังนั้นถ้าเริ่มจาก12 PGA จะเปลี่ยนเป็น PGAL 12 โมเลกุลและต้องอาศัยพลังงานจาก ATP 12 โมเลกุลและ NADPH + H+12 โมเลกุลเช่นเดียวกัน ดังสมการ (2)

$$12PGA + 12NADPH + H^+ + 12ATP \rightarrow 12PGAL + 12NADP^+ + 12ADP + 12Pi + 12H_2O \text{ --(2)}$$

ระยะที่ 3 การเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ไรบูโลสบิสฟอสเฟต (regenerative phase) และการสังเคราะห์ (synthetic phase)

- เป็นระยะที่ PGAL 12 โมเลกุลมีการเปลี่ยนแปลงต่อไป 2 วิถีทางด้วยกันคือ

1. PGAL 10 โมเลกุลจะเปลี่ยนแปลงไปเป็น RuBP6 โมเลกุล ในการเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องใช้พลังงานจาก ATP 6 โมเลกุลที่ได้จากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง และใช้หมู่ฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของ ATP อีก 2 หมู่ จึงเหลือหมู่ฟอสเฟตเพียง 4 หมู่ ดังสมการ (3)

$$10PGAL + 6\ ATP \rightarrow 6\ RuBP + 6\ ADP + 4\ Pi \text{ -------------- (3)}$$

2. PGAL ที่เหลืออีก 2 โมเลกุลซึ่งมีคาร์บอน 6 อะตอม อาจจะรวมตัวเป็นกลูโคสได้ 1 โมเลกุล ดังสมการ (4)

$$2PGAL \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 2Pi \text{ -------------- (4)}$$

- PGAL ถือว่าเป็นน้ำตาลตัวแรกที่ได้จากปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงและเป็นสารที่ไม่มีการสะสมไว้ในเซลล์ พืชสามารถนำ PGAL ไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างคือ

1. นำไปใช้สร้าง RuBP ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในวัฏจักรคัลวิน
2. ใช้เป็นสารตัวกลางในกระบวนการหายใจโดยเข้าสู่ช่วงไกลโคลิซิส (glycolysis)
3. ถูกส่งไปยังเซลล์ข้างเคียงเพื่อกิจกรรมต่างๆ
4. นำไปสร้างเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส แป้ง เซลลูโลส เพกทิน ไขมัน กรดอะมิโนชนิดต่างๆ เป็นต้น

จากปฏิกิริยาระยะที่ 1 จนถึง ปฏิกิริยาระยะที่ 3 เมื่อรวมสมการจะได้สมการรวมดังนี้

$$6CO_2 + 18ATP + NADPH + H+ \longrightarrow C_6H_12O_6 + 18ADP + 18Pi + 12NADP^+ + 6H_2O$$

สำหรับปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สมบูรณ์คือ

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

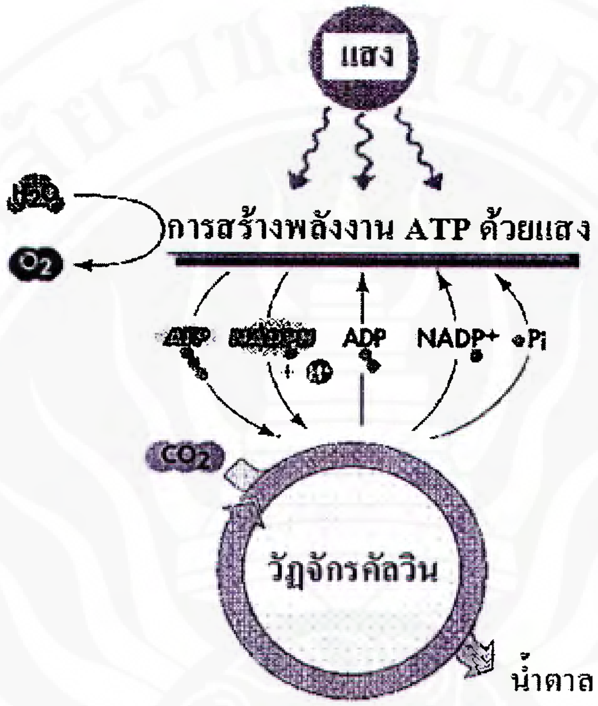
คำถามชวนคิด

น้ำตาลชนิดแรกที่เกิดจากวัฏจักรคัลวินได้แก่น้ำตาลชนิดใดและเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอนกี่อะตอม

....

....

ให้นักเรียนศึกษาแผนผังสรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนผังสรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
ที่มา : www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookPS.html
วันที่สืบค้น 1/12/2555

คำถามชวนคิด

เพราะเหตุใดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงขั้นที่ไม่ต้องใช้แสง (dark reaction) จึงเกิดขึ้นทีหลังปฏิกิริยาขั้นที่ต้องใช้แสง (light reaction)

....

....

....

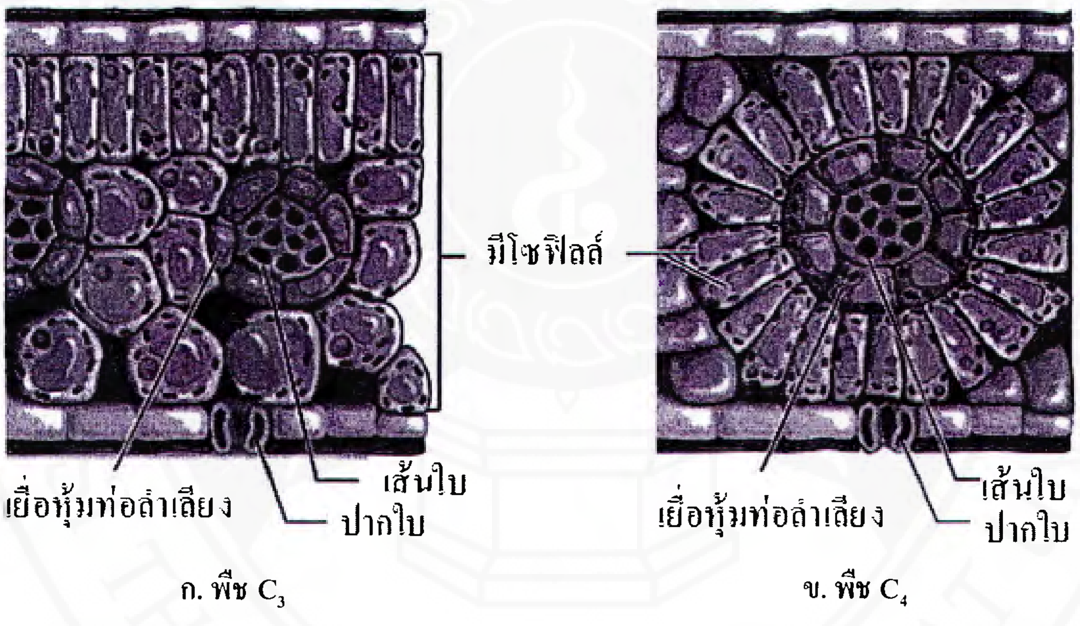
การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืชซี - 3 (C_3- plant), พืชซี -4 (C_4 - plant) และพืชซีเอเอ็ม (CAM- plant)

ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำตาลนั้นพบว่าพืชแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการตรึงได้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความแตกต่างในด้านส่วนประกอบของเนื้อเยื่อของพืช การเกิดกระบวนการชีวเคมีและสรีรวิทยาภายในใบที่แตกต่างกัน

จากประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชทำให้สามารถแบ่งพืชออกเป็น 3 กลุ่มคือ พืชC_3 (C3-plant) พืช C_4 (C4-plant และพืชซีเอเอ็ม (CAM- plant)

พืช C3 (C3-plant) เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง (bundle sheath cell) ไม่มีคลอโรพลาสต์ ตัวอย่างพืชกลุ่มนี้ ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ถั่วและพืชทั่วๆ ไป ชนิดอื่นเกือบทุกชนิดการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดที่เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์ โดยการรวมตัวกับไรบูโลสบิสฟอสเฟต (ribulosebisphosphate: RuBP) ในวัฏจักรคัลวินแล้วได้กรดฟอสโฟกลีเซอริก (phosphoglyceric acid : PGA) ซึ่งมีคาร์บอน 3 อะตอม แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรต่อไปจนได้น้ำตาลชนิดต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของพืช C_3 จากรูปที่ 3.8 ก

พืช C_4 (C_4-plant) การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดที่เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงและเซลล์มีโซฟิลล์เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงจะเรียงตัวกันหนาแน่นรอบๆ เส้นใบ ถัดออกมาจะเป็นเซลล์มีโซฟิลล์ตัวอย่างพืชกลุ่มนี้ได้แก่ พวกอ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง บานไม่รู้โรย เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงมีคลอโรพลาสต์ ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของพืช C_4 จากรูปที่ 3.8 ข



รูปที่ 3.8 ก. โครงสร้างของพืช C_3 ข. โครงสร้างของพืช C_4
ที่มา : www.sc.chula.ac.th/botany/eClass/2305101/photosyn_51.pdf
วันที่สืบค้น 1/12/2555

พืช C_4 มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 2 ครั้ง ครั้งแรกเกิดการตรึงที่เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์ ครั้งที่สองเกิดที่เยื่อหุ้มท่อลำเลียง ซึ่งมีลักษณะต่างจากพืช C_3 โดยปฏิกิริยาเป็นดังนี้

1. CO_2 ทำปฏิกิริยากับกรดฟอสโฟอีนอลไพรูวิก (phosphoenol pyruvic acid: PEP) โดยมีเอนไซม์ PEPคาร์บอกซีเลส (PEPcarboxylase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้กรดออกซาโลแอซิติก (oxaloacetic acid: OAA) ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอม ดังสมการ

$$PEP + CO_2 \xrightarrow{\text{PEP carboxylase}} OAA$$

2. กรดออกซาโลแอซิติกจะถูกรีดิวซ์โดย NADPH + H+ ได้กรดมาลิก (malic acid) โดยการเร่งปฏิกิริยาของ เอนไซม์มาลิกดีไฮโดรจีเนส (malicdehydrogenase) ดังสมการ

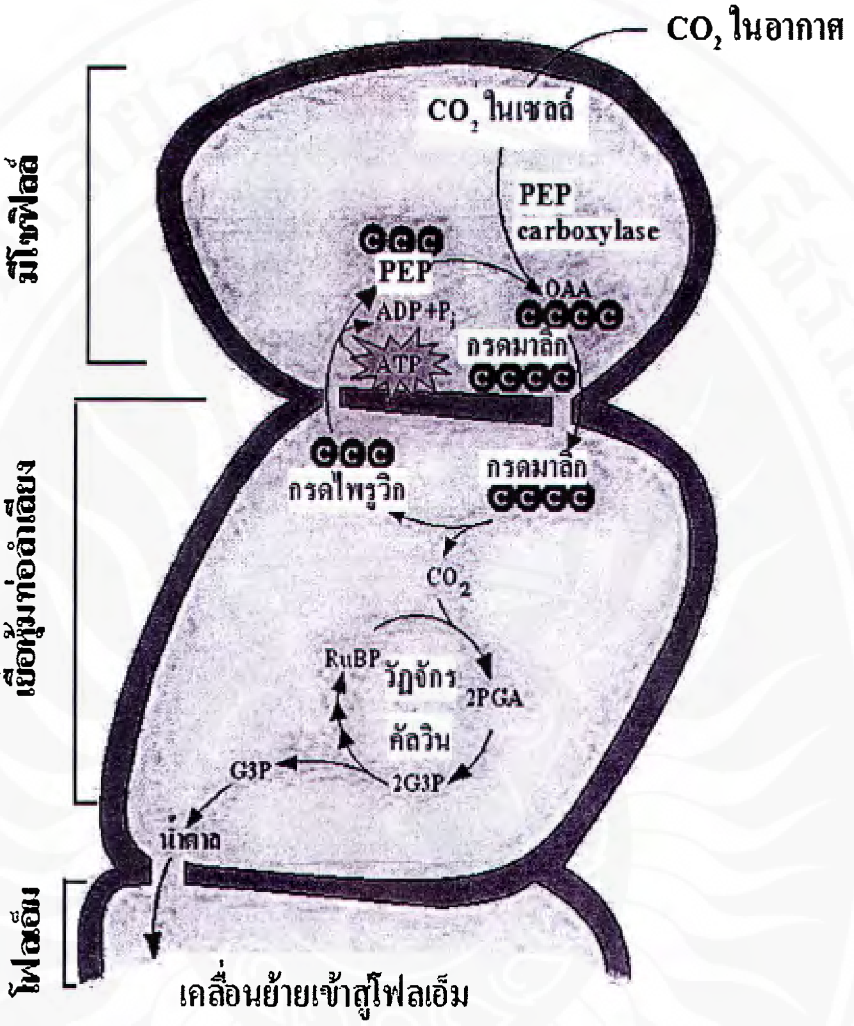
$$OAA + NADPH + H^+ \xrightarrow{\text{malic dehydrogenase}} \text{malic acid} + NADP^+$$

3. กรดมาลิกจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไพรูวิก (pyruvic acid) และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ

$$\text{malic acid} + NADP^+ \rightarrow \text{pyruvic acid} + CO_2 + NADPH + H^+$$

4. กรดไพรูวิกเติมฟอสเฟตโดย ATP แล้วเปลี่ยนไปเป็น PEP อีก ซึ่ง PEP จะไปรับ CO_2 โมเลกุลใหม่ได้ ส่วน CO_2 ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนกรดมาลิกเป็นกรดไพรูวิก จะถูกนำไปสังเคราะห์น้ำตาลและแป้งโดยวัฏจักรคัลวินต่อไป

ให้นักเรียนศึกษาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 จากรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4
ที่มา : www.thaigoodview.com
วันที่สืบค้น 1/12/2555

จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ $CO_2$1 โมเลกุล จำเป็นต้องใช้ ATP ในการเปลี่ยนกรดไพรูวิกไปเป็น PEP ซึ่งจะกลับไปรับ CO_2โมเลกุลต่อไปได้อีก ส่วน CO_2ที่เกิดจากการเปลี่ยนกรดมาลิกเป็นกรดไพรูวิก ก็จะเข้าสู่วัฏจักรคิลวินเช่นเดียวกับในพืช C_3ทั่วๆ ไป ในการสังเคราะห์กลูโคสแต่ละโมเลกุลจะใช้ $CO_2$6 โมเลกุล ดังนั้นจึงต้องใช้ ATP ในการเปลี่ยนกรดไพรูวิกเป็น PEP 6 โมเลกุลด้วย

พืช C_4 จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าพืช C_3 ในหลายกรณี เช่น

1. ในขณะที่ CO_2 น้อย พืช C_4 จะใช้ PEP จับ CO_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและนำไปสะสมในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง ทำให้เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงมี CO_2 เข้มข้นอยู่เสมอ

2. พืช C_4 จะเป็นพืชที่ไม่อิ่มแสง ดังนั้นเมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนพืช C_3 จะมีการอิ่มแสง ดังนั้นเมื่อเพิ่มความเข้มของแสงถึงระดับหนึ่งอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะไม่เพิ่ม

3. พืช C_4 จะสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดี เมื่ออุณหภูมิสูงในช่วง 30 – 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นพืช C4 จึงมักเป็นพืชในเขตร้อน

4. พืช C_4 มักไม่มีการหายใจเชิงแสง (photorespiration) ส่วนพืช C_3 จะมีการหายใจเชิงแสง ซึ่งจะทำให้ RuBPเปลี่ยนเป็น PGA น้อยลง ประสิทธิภาพการตรึง CO_2 จึงน้อยลงเมื่อมีการหายใจเชิงแสง

5. พืช C4 จะไม่ตอบสนองต่อปริมาณการเพิ่มของออกซิเจน ส่วนพืช C_3จะตอบสนองต่อออกซิเจน โดยเมื่อมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง ส่วนพืช C_4 ไม่มีผล

การหายใจเชิงแสง (photorespiration)

การหายใจเชิงแสงเกิดโดยเอนไซม์รูบิสโก (rubisco enzyme) ซึ่งอยู่ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์สามารถกระตุ้นให้ RuBPตรึงได้ทั้ง CO_2 และ $_{O2}$ โดยถ้าเร่งการตรึง CO_2 จะได้ PGA 2 โมเลกุล ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่อยู่ตัวชนิดแรกสุดในวัฏจักรคัลวิน แต่ถ้าเร่ง RuBP ให้ตรึง O2 จะได้ PGA 1 โมเลกุล และฟอสโฟไกลโคเลต (phosphoglycolate) 1 โมเลกุล ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการหายใจเชิงแสง ดังสมการ

$$\text{RuBP} + CO_2 \xrightarrow{\text{เอนไซม์รูบิสโก}} 2\ \text{PGA}$$

$$\text{RuBP} + O_2 \xrightarrow{\text{เอนไซม์รูบิสโก}} \text{PGA} + \text{phosphoglycolate}$$

จากคุณสมบัติในการตรึง O_2 ของเอนไซม์รูบิสโก ทำให้ความสามารถในการตรึง CO_2 ในการสังเคราะห์ด้วยแสงในพืชหลายชนิดลดลง เนื่องจาก O_2 เข้าแข่งขันกับ CO_2 ในการเข้าทำปฏิกิริยากับ RuBP ในบรรยากาศปกติทั่วๆ ไป การตรึง CO2 และ O2 จะดำเนินไปพร้อมๆ กัน โดยมีสัดส่วนการตรึง CO_2 ต่อการตรึง $_{O2}$ เท่ากับ 3 : 1 สัดส่วนนี้เปลี่ยนแปลงได้ขึ้นกับความเข้มข้นของ CO_2 และ O_2 ในเซลล์

การหายใจเชิงแสงมีหลักสำคัญคือ ถ้าเกิดวัฏจักรการหายใจเชิงแสงต่อเนื่องเรื่อยๆ จะทำให้ RuBP กลายเป็น CO_2 ทั้งหมด โดยไม่มีการเก็บพลังงานไว้ใช้ประโยชน์แต่กลับใช้พลังงานไปอย่างเดียว เนื่องจากมีการใช้ O_2 มีการสลายคาร์โบไฮเดรตและมีการปล่อย CO_2 ออกมาซึ่งคล้ายกับการหายใจ เพียงแต่การหายใจเชิงแสงเกิดเฉพาะเวลามีแสงสว่างเท่านั้น เนื่องจากเอนไซม์รูบิสโกทำงานเฉพาะเวลามีแสง จึงเรียกกระบวนการนี้ว่า การหายใจเชิงแสง อย่างไรก็ตามเอนไซม์รูบิสโกมีความไวต่อ CO_2 สูงกว่า O_2 ดังนั้นจึงเกิดการตรึง CO_2 มากกว่าการหายใจเชิงแสง ทำให้พืช C_3 เจริญเติบโตได้ ถ้าเอนไซม์รูบิสโกมีความไวต่อ CO_2 และ O_2 เท่ากัน พืช C_3 จะไม่สามารถเจริญได้ เพราะความหนาแน่นของ CO_2 ในบรรยากาศปกติ น้อยกว่าความหนาแน่นของ O_2

พืชซีเอเอ็ม (crassulacean acid metabolism: CAM- plant) เป็นพืชที่ตรึง CO_2 ในเวลากลางคืนเนื่องจากปากใบเปิดเวลากลางคืนและปากใบปิดในเวลากลางวัน เป็นพืชทนแล้ง อวบน้ำ ตัวอย่างพืชกลุ่มนี้ได้แก่ กระบองเพชร ว่านหางจระเข้ สับปะรด ป่านศรนารายณ์ กล้วยไม้ เป็นต้น โดยกรดฟอสโฟอีนอลไพรูวิก (phosphoenol pyruvic acid : PEP) จะตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นกรดออกซาโลแอซิติก (oxaloacetic acid) แล้วเปลี่ยนเป็นกรดมาลิก (malic acid) เก็บสะสมในถุงแวคิวโอล (vacuole) พอเวลากลางวันกรดมาลิกจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่วัฏจักรคัลวินต่อไป

ตารางเปรียบเทียบพืช C3 พืช C4 และพืชซีเอเอ็ม

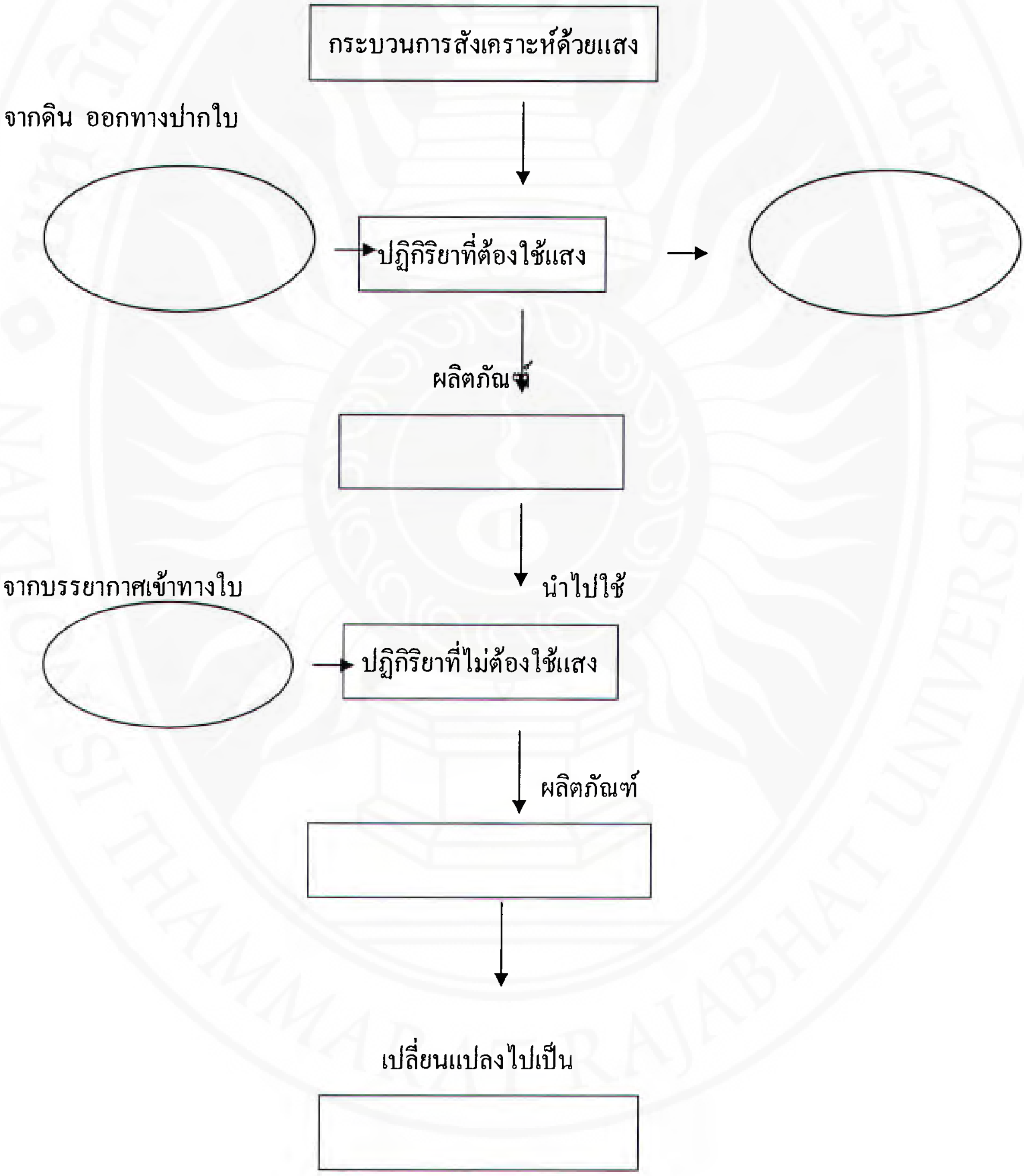
ข้อเปรียบเทียบ	พืช C_3	พืช C_4	พืชซีเอเอ็ม
1. จำนวนครั้งของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	1 ครั้ง	2 ครั้ง	2 ครั้ง
2. สารที่ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และตำแหน่งที่เกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	ไรบูโลสบิสฟอสเฟต (RuBP) ตรึงในเซลล์มีโซฟิลล์	กรดฟอสโฟอีนอลไพรูวิก (PEP) ตรึงในเซลล์มีโซฟิลล์และไรบูโลสบิสฟอสเฟต ตรึงในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง	ทั้ง PEP และ RuBP ตรึงในเซลล์มีโซฟิลล์
3. การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ของ PEP เกิดขึ้นในเวลา	-	กลางวัน	กลางคืน
4. การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ของ RuBP เกิดขึ้นในเวลา	กลางวัน	กลางวัน	กลางวัน
5. สารตัวแรกที่เกิดจากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	กรดฟอสโฟกลีเซอริก (PGA) มีคาร์บอน 3 อะตอม (3C)	กรดออกซาโล แอซิติก (OAA) มีคาร์บอน 4 อะตอม (4C)	กรดออกซาโล แอซิติก (OAA) มีคาร์บอน 4 อะตอม (4C)
6. การเกิดวัฏจักรคัลวิน	เกิด	เกิด	เกิด
7. ฟอสโฟกลีเซอรัลดีไฮด์ (phosphoglyceraldehyde : PGAL)	เกิดในทุกเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์	เกิดในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง	เกิดในทุกเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์
8. เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง	อาจมีหรือไม่มี	มี	ไม่มี
9. คลอโรพลาสต์ในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง	อาจมีหรือไม่มี	มี	-

ข้อเปรียบเทียบ	พืช C_3	พืชC_4	พืชซีเอเอ็ม
10. การหายใจเชิงแสง (photorespiration)	มี	มีน้อยมาก	มี
11. ประสิทธิภาพของการใช้น้ำต่อการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล	ต่ำ เพราะใช้น้ำมากต่อการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล	สูง เพราะใช้น้ำน้อยต่อการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล	สูงมาก
12. ตัวอย่างพืช	พืชทั่วๆ ไป เช่น มะม่วง กล้วย มะขาม	พืชเมืองร้อน เช่น อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้าแห้วหมู หญ้าแพรก ผักโขมจีน	พืชที่สามารถเจริญเติบโตในที่แห้งแล้ง เช่น กระบองเพชร สับปะรด กล้วยไม้ ป่านศรนารายณ์ กุหลาบหิน คว่ำตายหงายเป็น

แบบฝึกหัด 1.2

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างตามแผนผังความคิดเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงให้ถูกต้อง



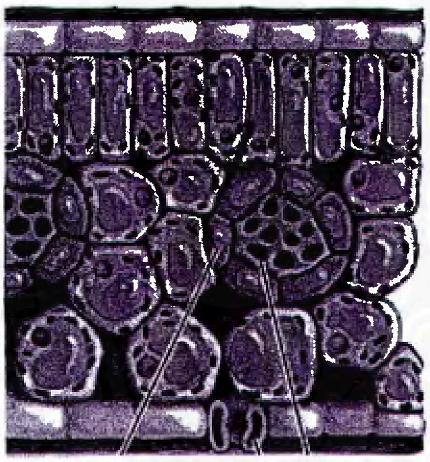
แบบฝึกหัดที่ 1.3

เรื่องปฏิกิริยาไม่ใช้แสง (dark reaction)

คำชี้แจง

1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน
2. การตอบคำถามแต่ละข้อต้องตอบให้ครอบคลุมและถูกต้องตามข้อคำถามจึงจะได้คะแนนเต็มในข้อนั้นหากตอบถูกแต่ไม่ครอบคลุมข้อคำถามจะได้คะแนนครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม
3. เวลา 20 นาที

1. ภาพใดเป็นโครงสร้างของพืช C_3 และพืช C_4 และโครงสร้างภายในของพืช C_3 และพืช C_4 แตกต่างกันอย่างไร



ภาพ ก

ภาพ ข

2. การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM แตกต่างกันอย่างไร

....

....

....

....

3. ประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 และ C_4 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

....

....

....

....

4. ผลิตภัณฑ์ตัวแรกของพืชที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 คือสารใด และมีจำนวนคาร์บอนกี่อะตอม

....

....

5. จงอธิบายหลักการในการจำแนกพืชออกเป็นพืช C_3 และพืช C_4

....

....

....

....

6. ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงเกิดขึ้นที่บริเวณใดของคลอโรพลาสต์

....

....

7. ผลลัพธ์ที่ได้จากปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงได้แก่

8. กระบวนการสร้างน้ำตาลของปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงต้องอาศัยสารใดบ้าง

....

....

9. สารประกอบที่จะมารวมกับ CO_2 ในวัฏจักรคัลวินได้แก่สารใด

....

....

10. สารประกอบที่มีคาร์บอนตัวแรกที่คงตัวในวัฏจักรคัลวินได้แก่สารใด

เฉลยแบบฝึกหัด 1.1

เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
ปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง (light reaction)

****

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) ได้แก่

แนวการตอบ ATP

2. ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer) ได้แก่

แนวการตอบ ออกซิเจน ATP และ $NADPH+H^+$

3. ให้นักเรียนเรียงลำดับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer)

แนวการตอบ จะมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปในทางเดียวคือจาก

น้ำ ----> ระบบแสง II -------> ระบบแสง I -------> $NADP^+$

4. พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่คลอโรฟิลล์ดูดซับไว้จะถูกนำไปใช้เพื่ออะไร

แนวการตอบ ทำให้โมเลกุลของน้ำแตกตัว

5. กระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) เกี่ยวข้องกับระบบแสงใด

แนวการตอบ ระบบแสง I (photosystem I) เท่านั้น

6. กระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (noncyclic electron transfer) เกี่ยวข้องกับระบบแสงใด

แนวการตอบ ทั้งระบบแสง I (photosystem I) และระบบแสง II (photosystem II)

7. อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากสารสีระบบแสง II จะเข้าสู่สารสีระบบแสง I ทันทีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวการตอบ ไม่ได้ เพราะระดับพลังงานของอิเล็กตรอนยังสูงอยู่ ต้องผ่านตัวนำอิเล็กตรอนเป็นลำดับเพื่อให้ระดับพลังงานอิเล็กตรอนลดลงจนกระทั่งสามารถเข้าสู่ระบบแสง I ได้

8. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงขั้นตอนที่ใช้แสงจะต้องประกอบด้วยปัจจัยในข้อใด

แนวการตอบ จะต้องประกอบด้วย แสง คลอโรฟิลล์และน้ำ

9. การแยกสลายด้วยแสง (photolysis) ของการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจเหมือนกันอย่างไร

แนวการตอบ ให้ ATP เหมือนกัน

10. สารที่เกิดจากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสงและจะถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง คือสารใด

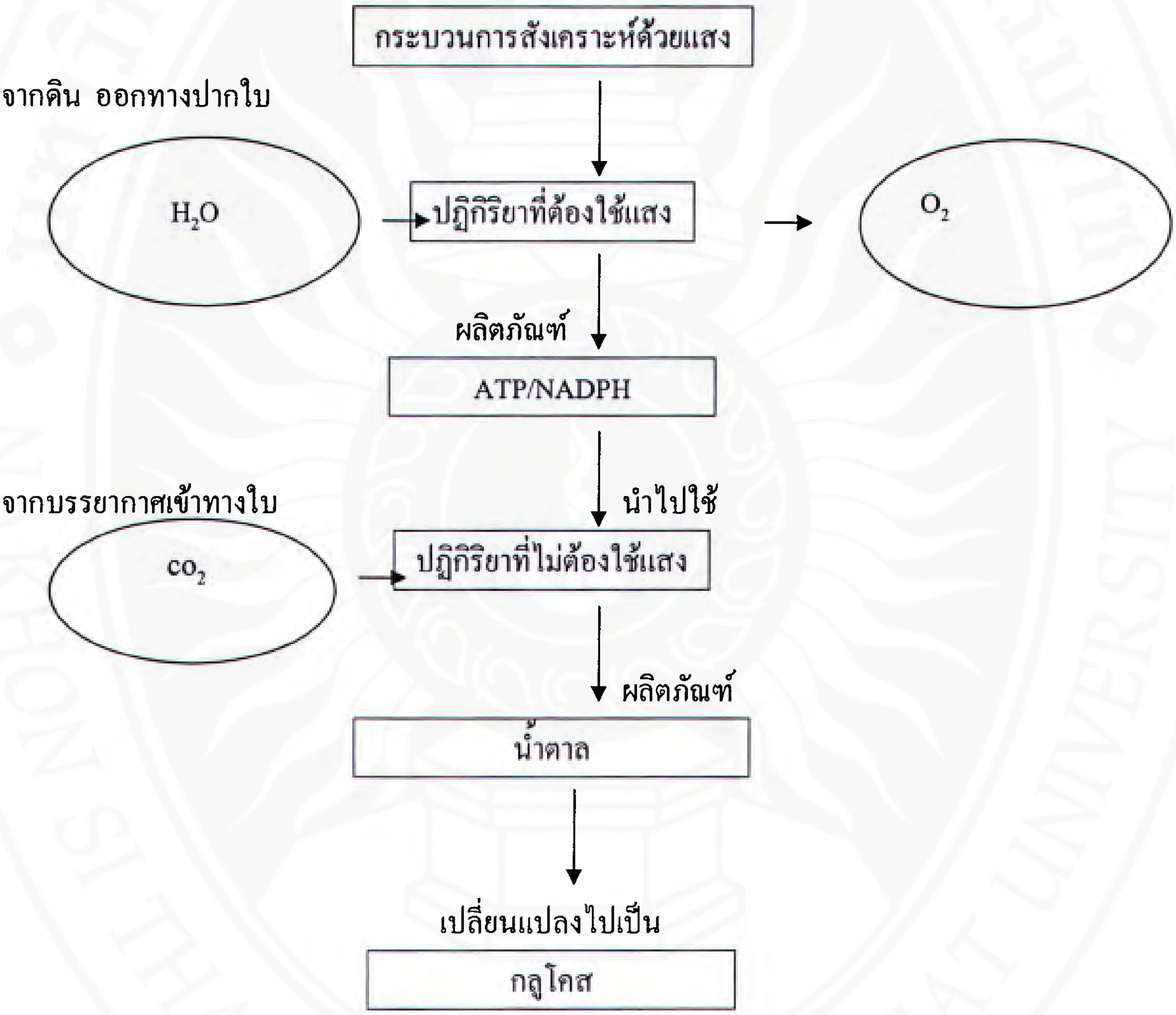
แนวการตอบ ATP และ NADPH + H^+

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

เฉลยแบบฝึกหัด 1.2

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างตามแผนผังความคิดเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้ถูกต้อง



NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

แนวเฉลยแบบฝึกหัดที่ 1.3

เรื่องปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

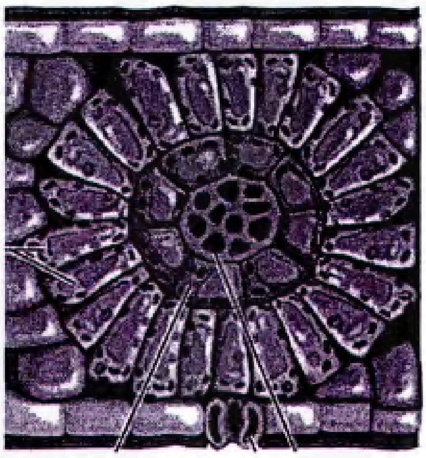
ปฏิกิริยาไม่ใช้แสง (dark reaction)

๑๑

คำชี้แจงให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภาพใดเป็นโครงสร้างของพืช C_3 และพืช C_4 และโครงสร้างภายในของพืช C_3 และพืช C_4 แตกต่างกันอย่างไร

ภาพ ก



ภาพ ข

แนวการตอบ ภาพ กเป็นพืช C_3 ภาพ ข เป็นพืช C_4 เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง (bundle sheath cell) ของพืช C_3 ไม่มีคลอโรพลาสต์ ส่วนเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง (bundle sheath cell) ของพืช C_4 มีคลอโรพลาสต์

2. การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM แตกต่างกันอย่างไร

แนวการตอบ พืช C_3 มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เพียงครั้งเดียวที่ชั้นมีโซฟิลล์ของใบ พืช C_4 มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกตรึงที่ชั้นมีโซฟิลล์ และครั้งที่ 2 ตรึงที่เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลีพืช CAM เป็นพืชที่ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางคืนเนื่องจากปากใบเปิดเวลากลางคืน มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง โดยกรดฟอสโฟอีนอลไพรูวิก (phosphoenol pyruvic acid : PEP) จะตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นกรดออกซาโลแอซิติก (oxaloacetic acid) แล้วเปลี่ยนเป็นกรดมาลิก (malic acid) เก็บสะสมในถุงแวคิวโอล (vacuole) พอเวลากลางวันกรดมาลิกจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่วัฏจักรคัลวินต่อไป

3. ประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 และ C_4 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวการตอบ แตกต่างกัน พืช C_4 มีประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ดีกว่าพืช C_3

4. ผลิตภัณฑ์ตัวแรกของพืชที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 คือสารใดและมีจำนวนคาร์บอนกี่อะตอม

แนวการตอบ คือกรดออกซาโลแอซิติก (oxaloacetic acid) ซึ่งมีคาร์บอน 4 อะตอม

5. จงอธิบายหลักการในการจำแนกพืชออกเป็นพืช C_3 และพืช C_4

แนวการตอบ โดยยึดจากผลิตภัณฑ์ตัวแรกของพืชที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น พืช C_3 ผลิตภัณฑ์ตัวแรกที่อยู่ตัวมีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA ส่วนพืช ที่จัดเป็นพวก C_4 ผลิตภัณฑ์ตัวแรกของที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คือสารออกซาโลแอซิติก ซึ่งมีจำนวนคาร์บอน 4 อะตอม

6. ปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงเกิดขึ้นที่บริเวณใดของคลอโรพลาสต์

แนวการตอบ บริเวณของเหลวที่เรียกว่าสโตรมา (stroma)

7. ผลลัพธ์ที่ได้จากปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงได้แก่

แนวการตอบ น้ำตาล

8. กระบวนการสร้างน้ำตาลของปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสงต้องอาศัยสารใดบ้าง

แนวการตอบ ATP และ $NADPH+H^+$ จากปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง

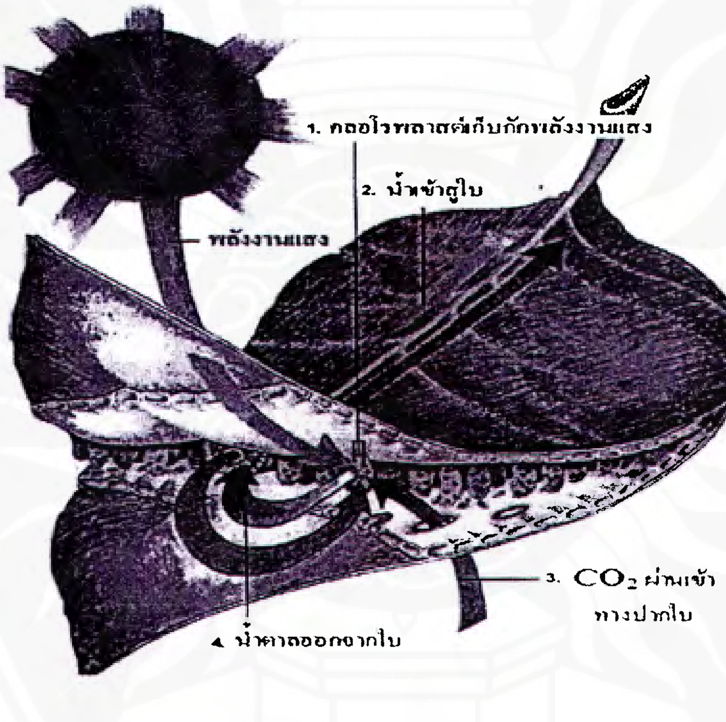
9. สารประกอบที่จะมารวมกับ CO_2 ในวัฏจักรคัลวินได้แก่สารใด

แนวการตอบ RuBP

10. สารประกอบที่มีคาร์บอนตัวแรกที่คงตัวในวัฏจักรคัลวินได้แก่สารใด

แนวการตอบ คือ PGA

ชุดที่ 4
แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง



เวลา 3 ชั่วโมง

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและส่วนประกอบของแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าโครงสร้างใดของใบที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานและนักเรียนมีความซื่อสัตย์และตรงต่อเวลา

พร้อมแล้วไปศึกษากันเถอะ

กิจกรรม

เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าลักษณะของใบ โครงสร้างภายในของใบ การจัดเรียงตัวของใบมีความเหมาะสมกับหน้าที่ที่เป็นแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

กิจกรรมมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาโครงสร้างของปากใบ

ตอนที่ 2 ศึกษาโครงสร้างภายในของใบ

ตอนที่ 1 ศึกษาโครงสร้างของปากใบ

วัสดุอุปกรณ์/ต่อกลุ่ม

1. กล้องจุลทรรศน์	1 กล้อง
2. แผ่นสไลด์	2 แผ่น
3. แผ่นกระจกปิดสไลด์	2 แผ่น
4. ใบมีดโกน	1 ใบ
5. หลอดหยด	1 อัน

6. ใบพืชชนิดต่างๆ เช่น ชบา ว่านกาบหอย

วิธีทำ

1. นำใบไม้สด เช่น ชบา ว่านกาบหอยมาฉีกตามแนวทแยง โดยฉีกทางด้านหน้าใบจะได้เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) เป็นแผ่นบางๆ

2. วางส่วนของใบที่มีเนื้อเยื่อชั้นผิวลงบนหยดน้ำบนสไลด์ พยามยามอย่าให้เนื้อเยื่อชั้นผิวซ้อนทับกัน

3. ใช้ใบมีดโกนตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อชั้นผิว แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน

4. ศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำก่อนเพื่อให้เห็นโครงสร้างทั้งหมด แล้วเปลี่ยนเป็นเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อศึกษาเซลล์แต่ละบริเวณ

5. ให้นักเรียนวาดรูปที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์

หมายเหตุ เหตุที่ใช้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหน้าใบมาศึกษา เนื่องจากในพืชบกทั่วไปที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหน้าใบมีความหนาแน่นของปากใบมากกว่าด้านหลังใบ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์อะไร

....

....

....

2. ปากใบมีลักษณะอย่างไร

....

....

....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

....

....

....

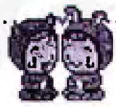
....

....

....

....

....



สรุปผลการทำกิจกรรม

คำถามหลังการทำกิจกรรม

1. จากการศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหน้าใบ เราจะพบเซลล์ที่ประกบกัน (เซลล์คุม) ทำให้เกิดเป็นรูตรงกลางเซลล์ (ปากใบ) เซลล์ที่ประกบกันนั้นมีรูปร่างอย่างไรหรือคล้ายอะไร ให้นักเรียนวาดรูปประกอบ

....

....

....

....

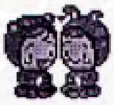
2. นักเรียนคิดว่าเราจะพบออร์แกเนลล์ใดที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงในเซลล์ที่กล่าวถึงในข้อ (1)

....

....

....

ตอนที่ 2 ศึกษาโครงสร้างภายในของใบ

วัสดุอุปกรณ์/ต่อกลุ่ม 

1. กล้องจุลทรรศน์	1 กล้อง
2. แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์	2 ชุด
3. กระจกนาฬิกา	1 อัน
4. ใบมีดโกน	1 ใบ
5. พู่กันเล็กหรือเข็มเขี่ยเชื้อ	1 ด้าม
6. จานเพาะเชื้อ	1 ชุด
7. หลอดหยด	1 อัน
8. แผ่นโฟมเล็กๆ	2 แผ่น
9. บีกเกอร์	1 – 2 ใบ
10. กระดาษเยื่อ	1 ม้วน
11. น้ำกลั่น	
12. ใบพู่ระหงใบผักบุ้ง ฯลฯ	
13. ใบข้าวใบข้าวโพดใบเตย ฯลฯ	

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำใบไม้ที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่มา 1 ชนิดเช่นใบพู่ระหงใบผักบุ้ง ฯลฯ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 1 ชนิดเช่นใบข้าวใบข้าวโพดใบเตย ฯลฯ

2. สังเกตลักษณะภายนอกของใบไม้ชนิดต่างๆ บันทึกผลการสังเกต (วาดรูปประกอบ)

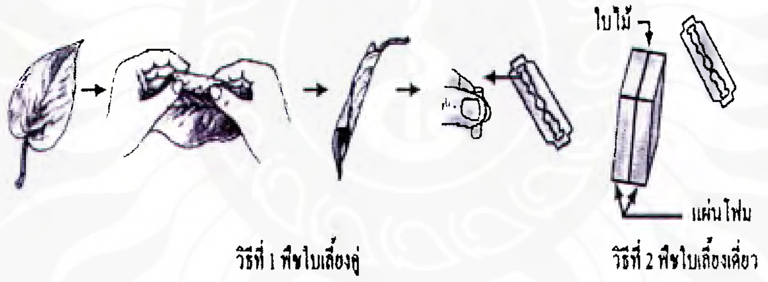
3. สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ให้ม้วนจากริมใบด้านหนึ่งมายังริมใบอีกด้านหนึ่งม้วนให้แน่นเป็นหลอดกลม

4. จากปลายใบลงมาประมาณ 1/3 ของใบตัดทิ้งออกไป

5. ใช้ใบมีดโกนคมๆ ตัดใบตามขวางโดยให้ผ่านเส้นกลางใบให้ได้แผ่นบางที่สุดเท่าที่จะบางได้

6. นำส่วนของใบที่ตัดได้หลายๆ ชิ้นใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีน้ำเลือกชิ้นที่บางที่สุดประมาณ 1-2 ชิ้นวางลงบนแผ่นสไลด์ที่มีหยดน้ำอยู่ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน

7. สำหรับพืชใบเดี่ยวไม่สามารถม้วนริมใบได้ให้ใช้แผ่นโฟมตัดเป็นชิ้นบางๆ 2 แผ่นวางประกบกันโดยใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ตรงกลาง (ให้นักเรียนศึกษาวิธีตัดใบพืชตามขวางจากรูปที่ 4.1)

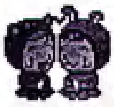


รูปที่ 4.1 วิธีตัดใบพืชตามขวาง
ที่มา : พิมพันธ์ เดชะคุปต์และคณะ (2548, 40)

8. ใช้ใบมีดโกนคมๆ ตัดใบตามขวางให้เป็นแผ่นบางๆหลายๆชิ้นลงในจานเพาะเชื้อที่มีน้ำอยู่เลือกชิ้นส่วนที่ยาวและสมบูรณ์ที่สุด 1-2 ชิ้นวางบนแผ่นสไลด์ทำเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่

9. นำสไลด์ไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เลือกดูชิ้นใบที่บางและสมบูรณ์ที่สุดโดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำเมื่อเห็นโครงสร้างทั้งหมดแล้วเปลี่ยนเป็นเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อตรวจดูเซลล์แต่ละบริเวณ

10. ให้นักเรียนวาดรูปที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์และเปรียบเทียบลักษณะภายในของใบพืชแต่ละชนิด

คำถามก่อนทำกิจกรรม 

1. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์อะไร

....

....

2. นักเรียนคิดว่าโครงสร้างภายในใบของพืชแต่ละชนิดเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

....

....

....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

....

....

....

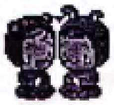
....

....

....

....

สรุปผลการทำกิจกรรม

คำถามหลังการทำกิจกรรม 

1. นักเรียนคิดว่าเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมากจะอยู่ด้านใดของใบ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

....

....

....

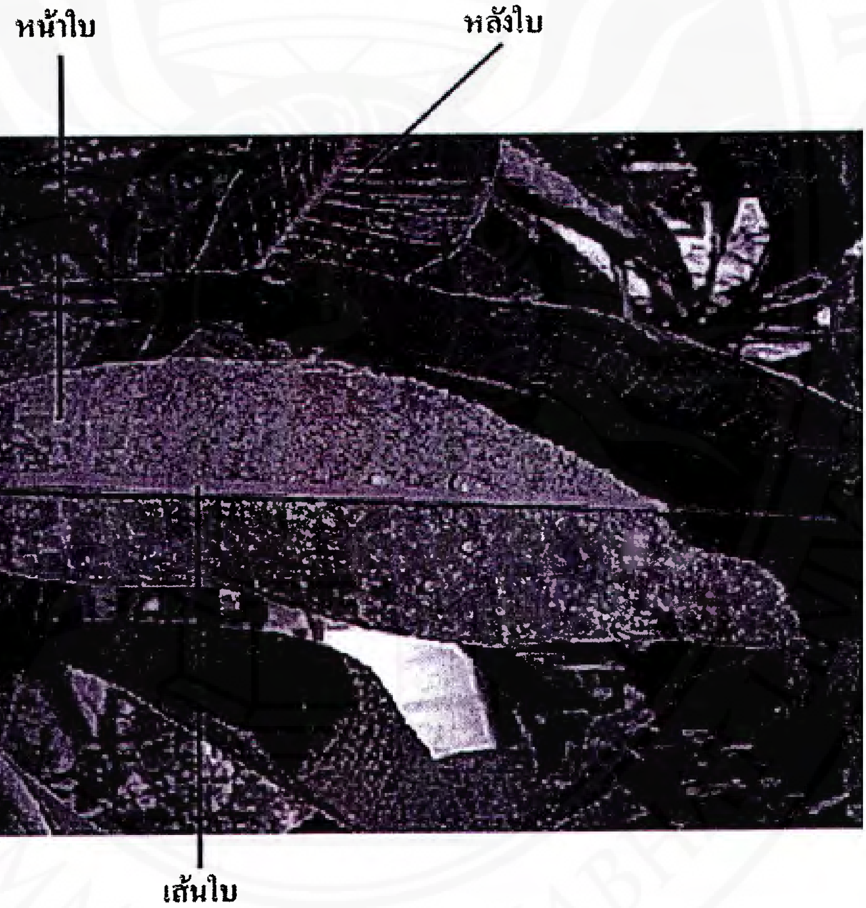
2. นักเรียนคิดว่าโครงสร้างและการเรียงตัวของเซลล์ในเนื้อเยื่อต่างๆ สัมพันธ์กับหน้าที่ของใบอย่างไร

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

[redacted]

[redacted]

การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นได้ที่ทุกส่วนของต้นพืชที่มีสีเขียว โดยมีใบเป็นส่วนที่ทำหน้าที่นี้โดยตรง ตามปกติใบของพืชจะกางออกให้ได้รับแสงสว่างเต็มที่และก้านใบมักจะมีการบิดตัวตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เพื่อให้ใบได้รับแสงแดดอยู่เสมอ ผิวด้านบนส่วนที่รับแสงเรียกว่าหลังใบ (dorsal leaf) ส่วนผิวด้านล่างที่ไม่ได้รับแสงเรียกว่าหน้าใบ (ventral leaf) ทางด้านหลังใบมักมีสีเขียวเข้มและผิวเรียบกว่าทางด้านหน้าใบ แต่เส้นใบทางด้านหน้าใบจะนูนออกมาเห็นได้ชัดเจนกว่าให้นักเรียนศึกษาจากรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงหลังใบ หน้าใบและเส้นใบ

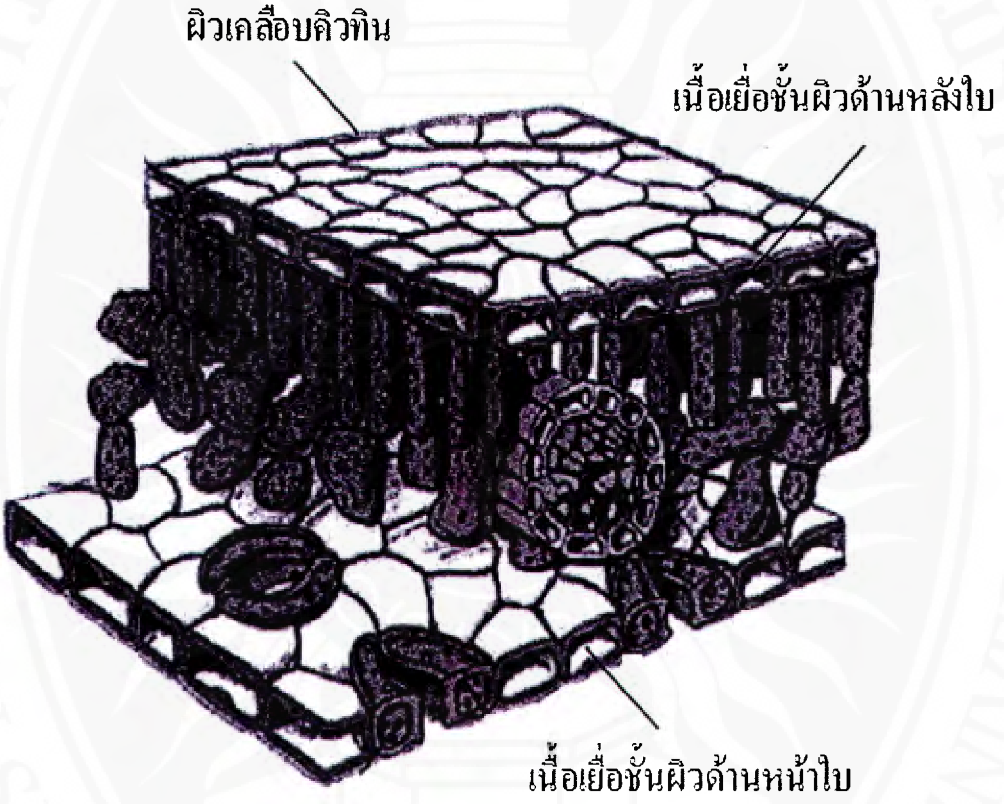
ที่มา : www.gotoknow.org/file/beluga

วันที่สืบค้น 1/12/2555

โครงสร้างภายในของใบ

โครงสร้างภายในของใบประกอบด้วย

1. เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของใบ มีทั้งเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหลังใบ (upper epidermis) และเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหน้าใบ (lower epidermis) ส่วนมากมักมีความหนาเพียงชั้นเดียว เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านหลังใบจะมีสารคล้ายขี้ผึ้งเรียกว่าคิวทิน (cutin) มาเคลือบเป็นชั้นบางๆ เรียกว่าผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) เพื่อช่วยป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ ให้นักเรียนศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวจากรูปที่ 4.3



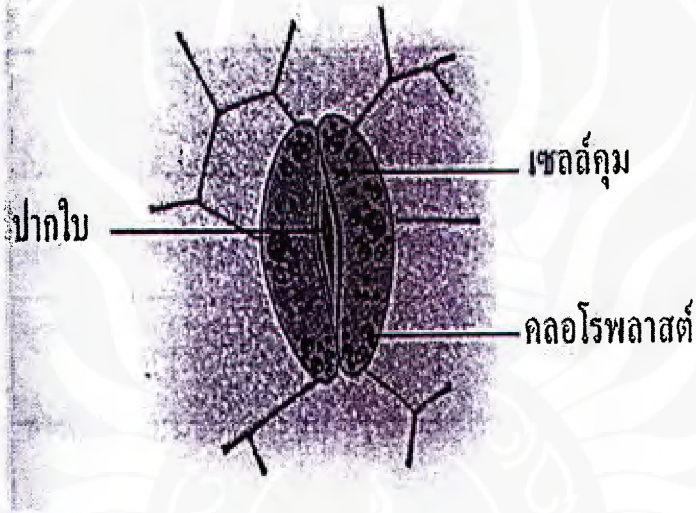
รูปที่ 4.3 เนื้อเยื่อชั้นผิว

ที่มา : www.il.mahidol.ac.th/e-media/science4/plant/extra.htm

วันที่สืบค้น 1/12/2555

เซลล์คุม (guard cell)

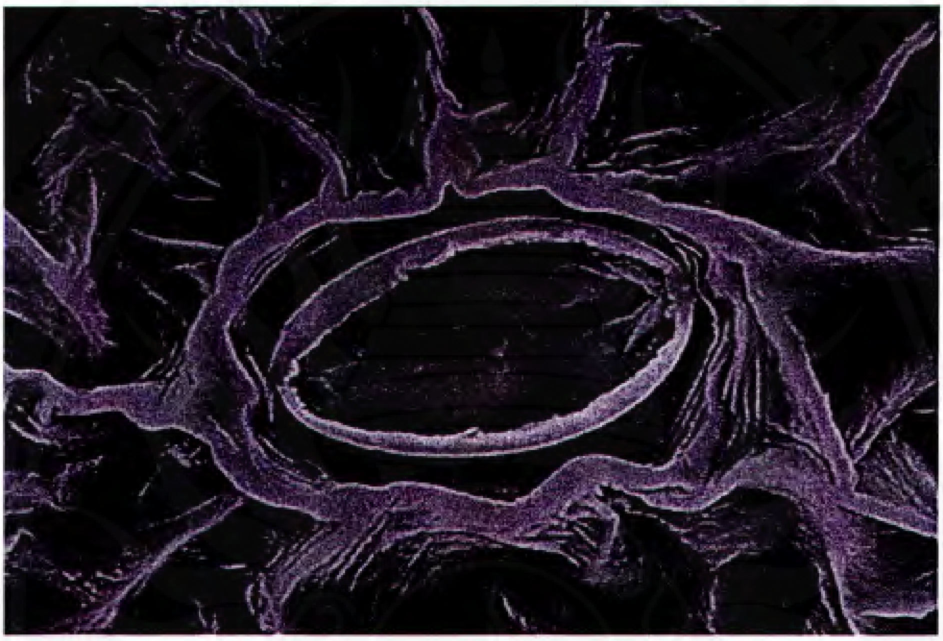
เซลล์บางเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุมเป็นคู่ๆ มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว 1 คู่ประกบกันทำให้เกิดเป็นรูตรงกลางขึ้นคือส่วนของปากใบ เซลล์คุมจะควบคุมการปิดและเปิดของปากใบ ภายในเซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์ ให้นักเรียนศึกษารูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 เซลล์คุม ปากใบ และคลอโรพลาสต์
ที่มา : http://deen2do.com/idda/files/2008/03/stomata.jpg
วันที่สืบค้น 1/12/2555

ปากใบ (stoma)

ปากใบคือช่องเปิดเล็กๆตรงบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวทำหน้าที่เป็นทางแลกเปลี่ยนแก๊สและไอน้ำระหว่างภายในและภายนอกใบให้นักเรียนศึกษาลักษณะของปากใบจากรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ปากใบ

ที่มา : www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookPS.html

วันที่สืบค้น 1/12/2555

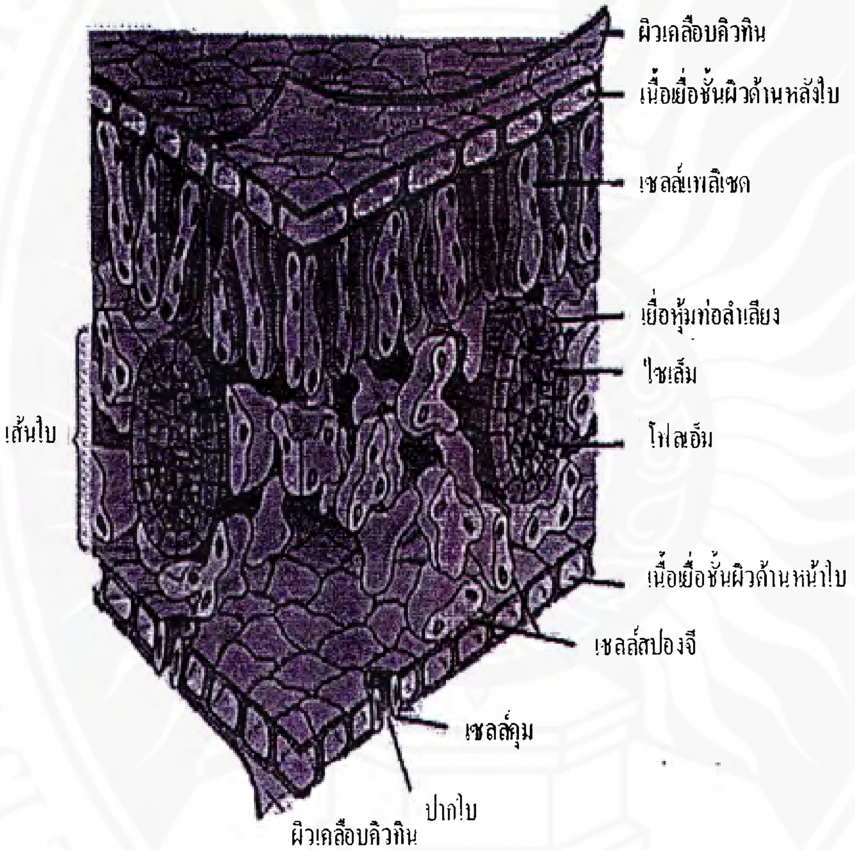
ในพืชบกปากใบส่วนใหญ่จะอยู่ทางเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง แต่พืชที่ใบปริ่มน้ำ เช่น บัว ปากใบอยู่ทางเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน พืชทะเลทราย เช่น กระบองเพชรปากใบจะอยู่ตามลำต้น

2. **มีโซฟิลล์ (mesophyll)** เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้ง 2 ด้านส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก โดยทั่วไปพาเรงคิมาในพืชใบเลี้ยงคู่จะมีเซลล์ 2 แบบ ทำให้โครงสร้างภายในแบ่งเป็น 2 ชั้นคือ

2.1 แพลิเซดมีโซฟิลล์ (palisade mesophyll) มักพบอยู่ใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างยาว เรียงตัวเป็นแถวตั้งฉากกับผิวใบคล้ายรั้ว อาจมีแถวเดียวหรือหลายแถว ภายในเซลล์มี คลอโรพลาสต์ค่อนข้างหนาแน่นมาก

2.2 สปองจีมีโซฟิลล์ (spongy mesophyll) อยู่ถัดจากแพลิเซดมีโซฟิลล์ลงมาจนถึงเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียงตัวในทิศทางต่างๆ กัน ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์หนาแน่นแต่น้อยกว่าแพลิเซดมีโซฟิลล์

3. มัดท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วยไซเล็มและโฟลเอ็ม โดยไซเล็มและโฟลเอ็มจะเรียงติดต่อถึงกันอยู่ในเส้นใบ พืชบางชนิดมัดท่อลำเลียงจะล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มท่อลำเลียง (bundle sheath) เช่นใบข้าวโพด เยื่อหุ้มท่อลำเลียงในพืชบางชนิดมีเนื้อเยื่อไฟเบอร์ช่วยทำให้มัดท่อลำเลียงแข็งแรงเร็วขึ้นให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในของใบจากรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 โครงสร้างภายในของใบ

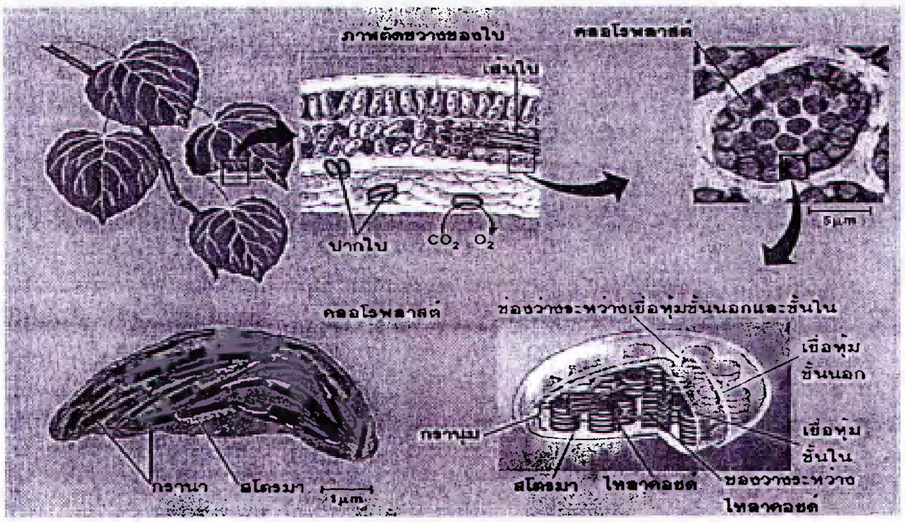
ที่มา : www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookPS.html

วันที่สืบค้น 1/12/2555

โครงสร้างของคลอโรพลาสต์

จากการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตอนและเทคนิคต่างๆ ทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์มากขึ้นคลอโรพลาสต์ของพืชส่วนใหญ่จะมีรูปร่างกลมรี มีความยาวประมาณ 5 ไมโครเมตร กว้าง 2ไมโครเมตร หนา 1-2 ไมโครเมตร จำนวนคลอโรพลาสต์ในแต่ละเซลล์จะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของพืช

คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น (double unit membrane) คือเยื่อชั้นนอก (outer membrane) และเยื่อชั้นใน (inner membrane) เยื่อชั้นในเรียงตัวเป็นถุงแบนเรียกว่าไทลาคอยด์ (thylakoid) ซึ่งภายในมีสารสีคลอโรฟิลล์ ไทลาคอยด์เรียงซ้อนกันหลายชั้นเรียกว่ากรานุม (granum) ภายในคลอโรพลาสต์จะมีกรานุมอยู่ประมาณ 40 – 60 กรานุมเรียงต่อกันด้วยเยื่อสโตรมาลาเมลลา (stromalamella) หรือเยื่อสโตรมาไทลาคอยด์ (stroma thylakoid) ซึ่งภายในมีสารสีคลอโรฟิลล์เช่นกัน กรานุมหลายๆ กรานุมเรียกว่ากรานา (grana) ของเหลวในคลอโรพลาสต์เรียกว่าสโตรมา (stroma) ซึ่งจะมีเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้กลายเป็นน้ำตาลในปฏิกิริยาที่ไม่ต้องใช้แสง ให้นักเรียนศึกษาตำแหน่งและโครงสร้างของคลอโรพลาสต์จากรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งและโครงสร้างของคลอโรพลาสต์

ที่มา : www.il.mahidol.ac.th/e-media/science4/plant/extra.htm

วันที่สืบค้น 1/12/2555

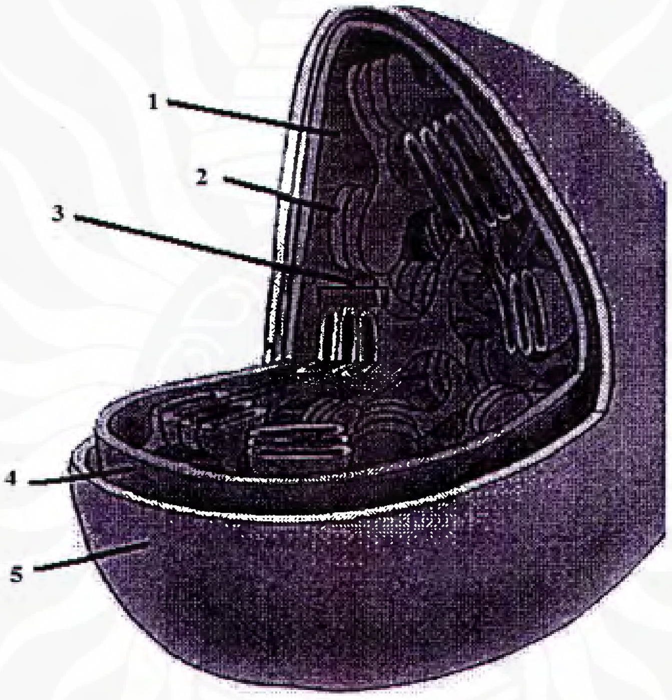
ภายในไทลาคอยด์จะมีกลุ่มโมเลกุลของสารสีที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงอยู่มากมายและอยู่ในรูปของแกรนูล (granule) ซึ่งมี 2 ชนิดคือแกรนูลขนาดใหญ่ประกอบด้วยกลุ่มของสารสีระบบแสง I และระบบแสง II เป็นจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นแหล่งรับพลังงานแสง ส่วนแกรนูลขนาดเล็กประกอบด้วยกลุ่มของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง นอกจากนี้ภายในคลอโรพลาสต์ยังมี DNARNA และไรโบโซมอยู่ด้วยทำให้คลอโรพลาสต์สามารถจำลองตัวเองขึ้นมาใหม่และผลิตเอนไซม์ไว้ใช้ในคลอโรพลาสต์เองได้คล้ายกับไมโทคอนเดรีย

แบบฝึกหัด 1.1

เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของคลอโรพลาสต์ตามหมายเลขดังภาพ



หมายเลข 1 คือ...

หมายเลข 2 คือ...

หมายเลข 3 คือ...

หมายเลข 4 คือ...

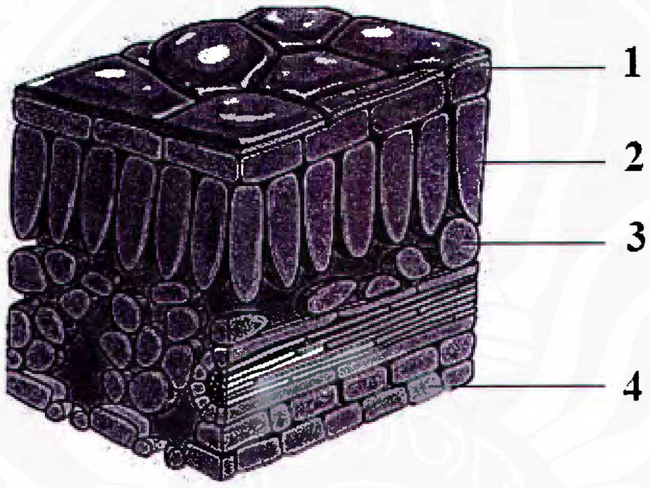
หมายเลข 5 คือ...

2. จากภาพในข้อ 1 หมายเลขใดที่เกี่ยวข้องกับ light reaction และ dark reaction ตามลำดับ

....

....

3. จากภาพโครงสร้างหมายเลขใดของใบที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด



....

....

....

4. เพราะเหตุใดโครงสร้างดังกล่าวจึงเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด

....

....

....

5. โครงสร้างหมายเลขใดของใบที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

....

....

....

แบบฝึกหัด 1.2

เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

๑๑

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด (10 คะแนน)

แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

1 ....ทางด้านหน้าใบมักมีสีเขียวเข้มเพราะมีคลอโรพลาสต์มากกว่าด้านหลังใบ

2 ....คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

3 ....คลอโรพลาสต์ส่วนใหญ่ของพืชจะมีรูปร่างกลมรี

4 ....คลอโรพลาสต์ที่เจริญเต็มที่แล้วประกอบด้วยกรานุม40-60 กรานุม ต่อ 1 คลอโรพลาสต์

5 ....ภายในคลอโรพลาสต์มี DNA RNA และไรโบโซมอยู่ด้วย ทำให้คลอโรพลาสต์สามารถจำลองตัวเองขึ้นมาใหม่

6 ....ลาเมลลามีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมบางๆเรียงซ้อนกันเป็นตั้ง เรียกทั้งตั้งนี้ว่า กรานุมและลาเมลลาแต่ละแผ่นในกรานุมเรียกว่า ไทลาคอยด์

7 ....ส่วนของลาเมลลาที่เชื่อมระหว่างกรานุมเรียกว่า สโตรมาลาเมลลา หรือสโตรมาไทลาคอยด์

8 ....ส่วนของลาเมลลาประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 3 ชั้น ซึ่งมีคลอโรฟิลล์และสารสีอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์ติดอยู่บนแผ่นไทลาคอยด์ และมีแกรนูลอยู่เป็นจำนวนมาก

9 ....แกรนูลที่มีขนาดเล็กภายในมีกลุ่มของสารสีระบบแสง I และสารสีระบบแสง II แกรนูลเหล่านี้จึงทำหน้าที่รับพลังงานแสง ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น

10 ....แกรนูลขนาดใหญ่เป็นที่อยู่ของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง

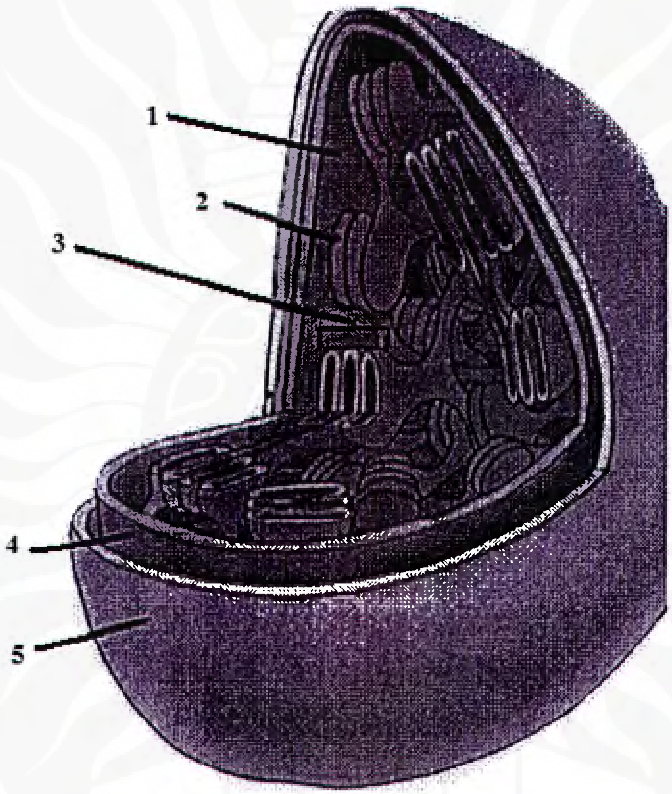
เฉลยแบบฝึกหัด 1.1

เรื่องแหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

๑๑

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของคลอโรพลาสต์ตามหมายเลขดังภาพ



หมายเลข 1 คือ สโตรมา

หมายเลข 2 คือ ไทลาคอยด์

หมายเลข 3 คือ กรานุม

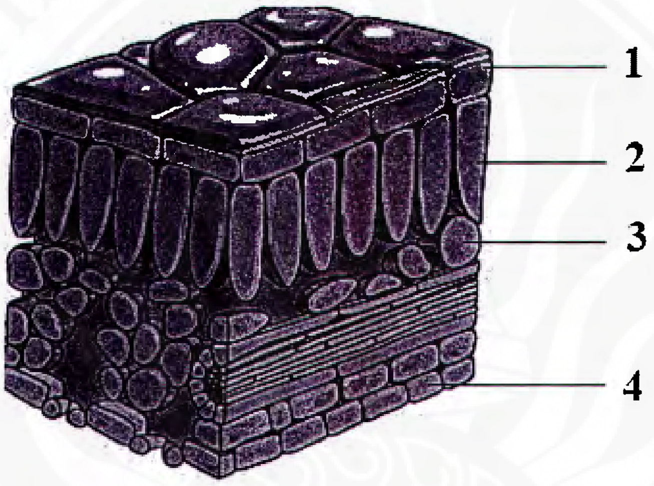
หมายเลข 4 คือ เยื่อหุ้มชั้นใน

หมายเลข 5 คือ เยื่อหุ้มชั้นนอก

2.จากภาพในข้อ 1 หมายเลขใดที่เกี่ยวข้องกับ light reaction และ dark reaction ตามลำดับ

ตอบ light reaction และ dark reaction **คือ บริเวณที่ไทลาคอยด์** dark reaction **ที่สโตรมา**

3. จากภาพโครงสร้างหมายเลขใดของใบที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด



sหมายเลข

4. เพราะเหตุใดโครงสร้างดังกล่าวจึงเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด

ตอบ ภายในไทลาคอยด์จะมีกลุ่มโมเลกุลของสารสีที่ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงอยู่มากมายและอยู่ในรูปของแกรนูล (granule)

5. โครงสร้างหมายเลขใดของใบที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตอบ หมายเลข 4

แนวเฉลยแบบฝึกหัด

เรื่อง แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

๑๑

แหล่งที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่เห็นว่าถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่าผิด

1………X…..ทางด้านหน้าใบมักมีสีเขียวเข้มเพราะมีคลอโรพลาสต์มากกว่าด้านหลังใบ

2………/……คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

3………/……คลอโรพลาสต์ส่วนใหญ่ของพืชจะมีรูปร่างกลมรี

4………/……คลอโรพลาสต์ที่เจริญเต็มที่แล้วประกอบด้วยกรานุม40-60 กรานุม ต่อ 1 คลอโรพลาสต์

5………/……ภายในคลอโรพลาสต์มี DNA RNA และไรโบโซมอยู่ด้วย ทำให้คลอโรพลาสต์สามารถจำลองตัวเองขึ้นมาใหม่

6………X…..ลาเมลลามีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมบางๆเรียงซ้อนกันเป็นตั้ง เรียกทั้งตั้งนี้ว่า กรานุม และลาเมลลาแต่ละแผ่นในกรานุมเรียกว่า ไทลาคอยด์

7………/…....ส่วนของลาเมลลาที่เชื่อมระหว่างกรานุมเรียกว่า สโตรมาลาเมลลา หรือ สโตรมาไทลาคอยด์

8………X…..ส่วนของลาเมลลาประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 3 ชั้นซึ่งมีคลอโรฟิลล์และสารสีอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์ติดอยู่บนแผ่นไทลาคอยด์ และมีแกรนูลอยู่เป็นจำนวนมาก

9………X…..แกรนูลที่มีขนาดเล็กภายในมีกลุ่มของสารสีระบบแสง I และสารสีระบบแสง II แกรนูลเหล่านี้จึงทำหน้าที่รับพลังงานแสง ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงขึ้น

10…….X…...แกรนูลขนาดใหญ่น่าจะเป็นที่อยู่ของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาที่ต้องใช้แสง

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2536). **คู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 042.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_________. 2536. **หนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 042.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ฌิชช์ชน ชื่นชุมพวง. (2541). **คู่มือเตรียมสอบชีววิทยา ม. 4-5-6 Entrance.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ไอ.คิว. บุ๊คเซนเตอร์ จำกัด.

พัชรี พิพัฒน์วรกุล. (2543). **รวมหลักชีววิทยาม.ปลาย เล่ม 2 (ฉบับสมบูรณ์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซนเตอร์.

Moore, R. and G.B. Begonia. (1995). Leaf photosynthesis, biomass and yield responses of cotton (Gossypiumhirsutum L.) to foliar methanol applications.New York, April 20-22, 1995.

ภาคผนวก จ

ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตารางที่ 5 ค่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

คนที่ 1	คะแนนระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง				คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30คะแนน)
	หน่วยที่ 1 (15คะแนน)	หน่วยที่ 2 (15คะแนน)	หน่วยที่ 3 (15คะแนน)	หน่วยที่ 4 (15คะแนน)	
1	13	13	13	13	16
2	14	14	15	15	21
3	12	12	12	10	17
4	14	14	14	14	17
5	13	10	13	13	16
6	13	13	13	12	17
7	13	13	13	10	17
8	13	13	12	12	17
9	11	11	14	13	17
10	14	14	14	14	16
11	14	11	13	13	20
12	11	11	12	12	21
13	11	11	13	13	20
14	10	10	14	14	21
15	11	11	14	14	16
16	13	13	13	13	16
17	12	12	12	12	21
18	15	15	15	15	16
19	10	10	10	10	19
20	12	12	12	12	16
21	11	11	15	15	21
22	13	13	13	13	16
23	13	13	13	13	13

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คนที่ 1	คะแนนระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง				คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (30คะแนน)
	หน่วยที่ 1 (15คะแนน)	หน่วยที่ 2 (15คะแนน)	หน่วยที่ 3 (15คะแนน)	หน่วยที่ 4 (15คะแนน)	
24	14	14	14	12	13
25	13	13	13	10	21
26	12	12	14	10	21
27	10	10	12	12	17
28	14	14	14	10	18
29	14	14	13	13	15
30	12	12	12	12	16
31	13	13	13	10	21
32	12	12	12	11	21
33	12	12	12	12	16
34	9	9	12	12	16
35	11	11	11	10	16
36	9	9	14	10	16
37	12	12	12	12	16
38	13	13	13	13	16
39	11	11	13	13	17
40	12	12	10	10	21
รวม	489	483	516	487	506
E_1	81.5	80.5	86.0	81.16	-
E_1=82.29					
E_2	-	-	-	-	82.00

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2556

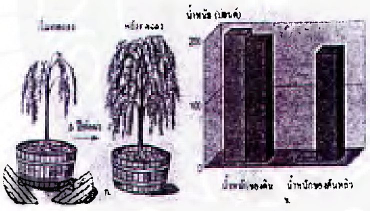
คำชี้แจง

1. ผู้ประเมินคือผู้เชี่ยวชาญ
2. ผู้ประเมินกาเครื่องหมาย✓ลงในช่องระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

ถ้ากา✓ ลงในช่อง +1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้

ถ้ากา✓ ลงในช่อง0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้

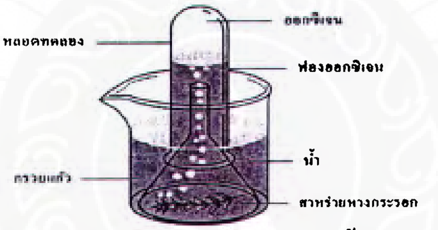
ถ้ากา✓ ลงในช่อง-1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
1.สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 1.1 ด้านความรู้ – ความจำ	จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 1-3  1. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของ ก. โจเซฟพริสต์ลีย์ ข. ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมองท์ ค. แจน อินเก็นฮูซ ง. นิโคลาสธีโอดอร์เดอโซซูร์			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
1.1 ด้านความรู้ – ความจำ	2. ข้อสันนิษฐานว่าการทดลองครั้งนี้เหตุใดจึงไม่ใช้กระถางปลูกต้นไม้ทั่วๆ ไป น่าจะเป็นไปได้ว่า ก. ต้องการดินในปริมาณมากพอที่จะปลูกในเวลายาวนาน ข. มีฝาปิดปากถังได้พอดี ค. ไม่รู้ว่าจะใช้กระถางอะไรที่มีขนาดใหญ่โตกว่านี้ ง. เป็นไปได้ทั้ง ก. ข. ค 3. จากการทดลองนี้ผู้ทดลองสรุปผลว่า น้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มนั้นมาจาก ก. น้ำ ข. ดิน ค. อากาศ ง. ทั้ง ข และ ค **จากแผนภาพตอบคำถามข้อ 4-5** 4. การทดลองตามภาพนี้เป็นการทดลองของ ก. พริสต์ลีย์ ข. เฮลมองท์ ค. อินเก็นฮูซ ง. โซซูร์ 5. ผลการทดลองนี้สรุปว่า ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ข. พืชสร้างออกซิเจน ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน ง. ถูกทั้ง ก, ข, ค			

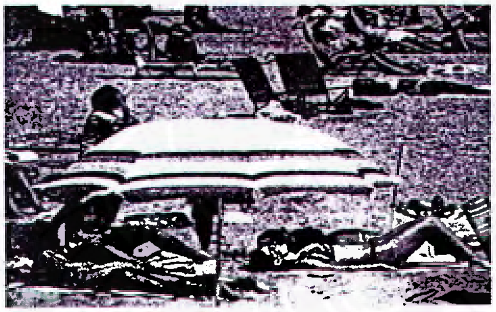
NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

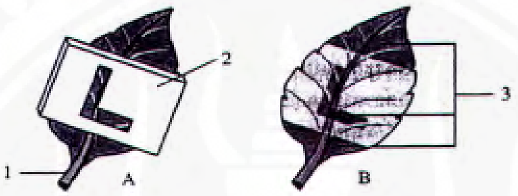
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
1.2 ด้านความเข้าใจ	6. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดขึ้นได้ในเวลาใด ก. กลางวันเท่านั้น ข. ตลอดเวลาที่แสงเพียงพอ ค. ตลอดเวลาแต่กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน ง. เฉพาะกลางวันที่มีแสงแดดจัด 7. การทดลองของโรบิน ฮิลล์ ดังปฏิกิริยาในข้อ 2 พบว่าไฮโดรเจนที่เกลือเฟอริกได้รับนั้นมาจากที่ใด ก. การแตกตัวของโมเลกุลของน้ำ ข. การถ่านโอนอิเล็กตรอน ค. การสลายโมเลกุลของคลอโรพลาสต์ ง. การแตกตัวของคลอโรพลาสต์ก 8. จากการสังเกตดูตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งจะเห็นฟองแก๊สเกาะอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชเหล่านั้น เมื่อฟองแก๊สมีขนาดใหญ่ขึ้นมากก็จะผุดขึ้นมา แก๊สที่ผุดขึ้นมาคือ ก. CO_2 ข. O_2 ค.N_2 ง. NH_3 9. จากแผนผังของการสร้างอาหารของพืชที่นิโคลัสธีโอดอร์เดอโซซูร์ ค้นพบคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ++ น้ำ สารอิเ $\xrightarrow[\text{เขียว}]{\text{พืช}}$ เก๊ส ออกซิเจน นั้นเขามีหลักฐานอะไร ก. หลักฐานจากการคายน้ำของพืช ข. หลักฐานจากการดูดน้ำของรากพืช ค. พืชมีใบสีเขียว ง. น้ำหนักของพืชเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักของแก๊สที่พืชได้รับ			

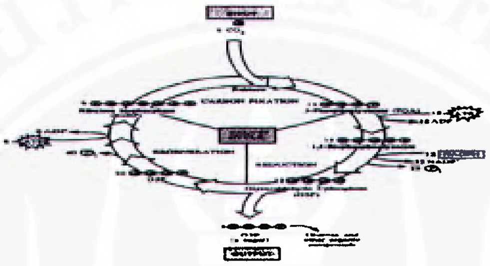
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
1.2 ด้านความเข้าใจ	10. ก่อนทำการทดลองเพื่อแสดงว่าพืชสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วได้แป้ง ต้องนำพืชนั้นไปเก็บไว้ในที่มืดประมาณ 36 ชั่วโมง เพื่อเหตุผลใด ก. เพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอาศัยแสงสว่าง ข. เพื่อให้พืชใช้อาหารที่สร้างขึ้นให้หมด ค. เพื่อให้พืชเกิดการหายใจอย่างเดียว ง. เพื่อให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์อาหารขึ้นใหม่			
1.3 ด้านการนำไปใช้	**จากภาพการตั้งอุปกรณ์การทดลองเพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้เกิดแก๊สออกซิเจนขึ้นนั้น ใช้ตอบคำถามข้อ 11-12**  11. ฟองออกซิเจนที่ออกมาจากพืชนั้น ออกมาจากบริเวณใดของพืช ก. ปากใบ ข. ปลายใบ ค. ก้านใบ ง. ลำต้น 12. จะพิสูจน์ได้ง่ายๆ ได้อย่างไรว่า แก๊สที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้จะเป็นแก๊สออกซิเจนจริง ก. ดมกลิ่น ข. จุดไม้ขีดใส่ ค. ใช้ธูปที่ติดไฟแดงๆ แหย่ ง. ใส่สัตว์ขนาดเล็กเข้าไปในหลอดทดลอง			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	1
1.3 ด้านการนำไปใช้ 1.4 ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	13. ข้อความที่โฆษณาว่า "ต้นไม้คือเพื่อนชีวิต เจ้าดูดอากาศพิษแทนข้า" จัดเป็นการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุลธรรมชาติ เพราะ ก. เป็นการปรับสภาวะที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมากเกินไป ข. เป็นการปรับสภาวะที่มีคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศมากเกินไป ค. เป็นการสนับสนุนให้ประชาชนปลูกต้นไม้เพื่อความร่มเย็นทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศอยู่ตลอดเวลา 14. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจาก ก. น้ำที่ใช้รด ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง ง. จากแร่ธาตุในดิน			
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 2.1 ด้านความรู้ – ความจำ	15. สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีทั้งคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ก. พืชดอก ข. เฟิน ค. สาหร่ายสีเขียว ง. ทั้ง ก, ข ,ค 16. แคโรทีนอยด์ประกอบด้วยรงควัตถุ 2 ชนิด คือ ก. แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงหรือสีส้มกับเซนโทฟิลซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองหรือสีน้ำตาล ข. แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงกับแซนโทฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีน้ำตาล ค. แคโรทีนเป็นรงควัตถุสีน้ำตาลกับแซนโทฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเหลือง ง. แคโรทีนเป็นรงควัตถุสีน้ำตาลกับแซนโทฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเหลือง			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	1
2.1 ด้านความรู้ – ความจำ	17. ในเซลล์พืช รงควัตถุชนิดใดทำหน้าที่รับแสงที่ทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก. คลอโรฟิลล์ เอ ข. คลอโรฟิลล์ บี ค. แคโรทีนอยด์ ง. ทั้ง ก, ข, ค 18. โมเลกุลรงควัตถุของคลอโรพลาสต์อยู่ในบริเวณใด ก. ภายในเยื่อไทลาคอยด์ (thylakoid membranes) ข. ภายในช่องว่างไทลาคอยด์ (thylakoid space) ค. ภายในเยื่อชั้นใน (inner membranes) ง. ภายในช่องระหว่างเยื่อชั้นในและเยื่อชั้นนอก			
2.2 ด้านความเข้าใจ	19. ถ้าใช้แสงสีต่างๆ ส่องไปที่สาหร่ายสีเขียวที่มีลักษณะเป็นสายยาว ซึ่งมี Aerobic bacteria อาศัยอยู่รอบๆ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จะพบว่ามีแบคทีเรียอยู่มากในบริเวณที่ได้รับ ก. แสงสีส้ม ข. แสงสีเหลือง ค. แสงสีขาว ง. แสงสีแดง 20. ว่านกาบหอยมีทั้งสีม่วงและสีเขียว ส่วนของสีม่วงนั้นมีรงควัตถุใดที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ก. คลอโรฟิลล์ เอ ข. คลอโรฟิลล์ บี ค. คลอโรฟิลล์ ดี ง. คลอโรทีนอยด์ 21. คลอโรฟิลล์แต่ละชนิดล้วนทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี แสงที่คลอโรฟิลล์แต่ละชนิดได้รับจะเป็นอย่างไร ก. มีความยาวคลื่นต่างกัน ข. มีความยาวคลื่นเดียวกัน ค. มีความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน ง. ก และ ค ถูก			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
2.2 ด้านความเข้าใจ	22. พลังงานแสงที่คลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์ดูดไว้ ถูกพืชนำไปใช้ในกระบวนการใด ก. หายใจ ข. คายน้ำ ค. ลำเลียง ง. สังเคราะห์ด้วยแสง 23. การที่ใบไม้ชนิดหนึ่งมีสีเขียวเข้มแสดงว่าใบไม้ชนิดนี้มีสารสีใดเป็นจำนวนมาก ก. แคโรทีนอยด์ ข. คลอโรฟิลล์ ค. ไฟโคบิลิน ง. แบคทีริโอคลอโรฟิลล์ 24. จากแผนภาพที่เห็น สาวคนนี้มีสิทธิถูกแสงอาทิตย์ไหม้เกรียม (sunburn)รังสีทำให้ผิวไหม้เกรียมนี้ มีช่วงคลื่นสั้นหรือยาวกว่า และมีพลังงานมากหรือน้อยกว่าแสงที่มองเห็น  ก. ความยาวคลื่นสั้นกว่า พลังงานมากกว่า ข. ความยาวคลื่นสั้นกว่า พลังงานน้อยกว่า ค. ความยาวคลื่นยาวกว่า พลังงานมากกว่า ง. ความยาวคลื่นสั้นกว่า พลังงานน้อยกว่า			

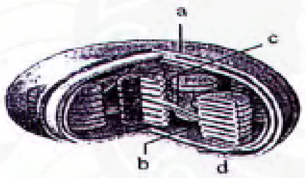
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
2.3 ด้านการนำไปใช้	จากรูปข้างล่างเป็นการทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้ตอบคำถามข้อ 25-26  25. หมายเลข 2 คืออะไร ก. แผ่นกระดาษแก้วเจาะรูตรงกลางเป็นรูปตัวแอล ข. แผ่นดีบุกเจาะรูตรงกลางเป็นรูปตัวแอล ค. แผ่นกระจกใสตรงกลางเป็นรูปตัวแอล ง. แผ่นกระจกฝ้าตรงกลางเป็นรูปตัวแอล 26. หมายเลข 3 คืออะไร ก. บริเวณที่มีสีเขียว แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง ข. บริเวณที่มีสีม่วงน้ำเงิน แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง ค. บริเวณที่มีสีม่วงเหลือง แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง ง. บริเวณที่มีสีขาว แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
3. สืบค้นข้อมูลทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันในพืชทั่วๆ ไปกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืชC_4 และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง 3.1 ด้านความรู้ – ความจำ	27. แผนภาพข้างล่างนี้แสดงถึง  ก. วัฏจักรของคัลวิน ข. วัฏจักรของคัลวินไม่ต้องใช้แสง ค. วัฏจักรเครบส์ต้องใช้แสง ง. วัฏจักรของเครบส์ไม่ต้องใช้แสง 28. หน่วยที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย ก. photosystem I ข. photosystem I และ photosystem II ค. photosystem I, II, III ง. photosystem I, II, III และ IV 29. PGAL เกิดขึ้นที่ส่วนใดของคลอโรพลาสต์ ก. grana และ stroma ข. grana และ intergrana ค. stroma และintergrana ง. grana intergrana และ stroma 30. PGAL เกิดขึ้นที่ส่วนใดของคลอโรพลาสต์ ก. grana และ stroma ข. grana และintergrana ค. stroma และ intergrana ง. grana intergrana และ stroma			

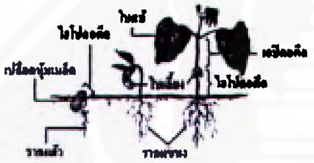
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	1
3.1 ด้านความรู้ – ความจำ	31. ข้อใดเป็นน้ำตาลชนิดแรกที่เกิดขึ้นในวัฏจักรคัลวิน ก. PGA ข. PGA ค. RuBP ง. OAA 32. เมื่อ RuBPรับ CO_2 เข้ามาในวัฏจักร สารอินทรีย์ตัวแรกที่เกิดขึ้นคือ ก. 3-phosfhoglyceric acid ข. glyceraldehydes – 3 – phosphate ค. ribulose – 1 , 5 –bisphosphate ง. phosphoglycolate.			
3.2 ด้านความเข้าใจ	33. ลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอย่างไร ก. $NADP^+$ → รงควัตถุระบบ 1 → ระบบ 2 → H_2O ข. H_2O → รงควัตถุระบบ 1 → ระบบ 2 → $NADP^+$ ค. H_2O → รงควัตถุระบบ 2 → ระบบ 1 → $NADP^+$ ง. H_2O → $NADP^+$ → รงควัตถุระบบ 1 → ระบบ 2 34. เมื่อ RuBPรับ CO_2 เข้ามาในวัฏจักร สารอินทรีย์ตัวแรกที่เกิดขึ้นคือ ก. 3-phosfhoglyceric acid ข. glyceraldehydes – 3 – phosphate ค. ribulose – 1 , 5 –bisphosphate ง. phosphoglycolate			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	1
3.2 ด้านความเข้าใจ	35. ปฏิกิริยาแสง (Light reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพบว่า........ถูกปล่อยออกมาจาก.......ซึ่งทำให้เกิด......ซึ่งถูกนำไปใช้ใกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสต่อไป (ตามลำดับ) ก. O_2 , CO_2 , C ข. C , CO_2 , O_2 ค. O_2 , H_2 O , H ง. H_2, H_2 O , O_2 36. การทำให้วัฏจักรของคัลวินดำเนินไป 1 รอบ (หรือเทียบได้เท่ากับการตรึง $CO_2$1 โมเลกุล) ใช้พลังงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ ก. 3 NADPH + 3 ATP ข. 3 NADPH + 2ATP ค. 2 NADPH + 3 ATP ง. 12ATP 37. ในวัฏจักรแคลวินการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 6 โมเลกุลให้กลายเป็นกลูโคส 1 โมเลกุลต้องใช้ NADH + H^+ กี่โมเลกุล ก. 8 โมเลกุล ข. 10 โมเลกุล ค. 12 โมเลกุล ง. 16 โมเลกุล 38. จากข้อ 37 ต้องใช้ ATP กี่โมเลกุล ก. 10 โมเลกุล ข. 12 โมเลกุล ค. 16 โมเลกุล ง. 18 โมเลกุล			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	1
3.2 ด้านความเข้าใจ	39. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับภาพ ก. มีระบบแสงเกี่ยวข้อง 1 ระบบ ข. มีระบบแสงเกี่ยวข้อง 2 ระบบ ค. ผลลัพธ์ที่ได้คือ ATP, NADPH $+H^+$, O_2 ง. ข และ คถูก			
3.3 ด้านการนำไปใช้	40. พืชที่อยู่แถบทะเลทรายจะไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในตอนเที่ยงวัน ทั้งนี้เพราะ ก. ขาดน้ำที่จะไปทำปฏิกิริยาใน Light Reaction ข. CO_2มีโอกาสผ่านเข้าสู่ใบได้ยากขึ้น ค. เอนไซม์ในกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ถูกห้าม ง. Wave Length ของแสงไม่เหมาะสมสำหรับสังเคราะห์ด้วยแสง			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทดลองและอภิปรายเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 4.1 ด้านความรู้ – ความจำ	41. เซลล์ชนิดใดของใบทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีที่สุด ก. spongy cell ข. Pilisade cells ค. guard cells ง. Epidermis 42. ส่วนของคลอโรพลาสต์ที่เรียกว่า ลาเมลลา ประกอบด้วย ก. ชั้นของกรานาที่ซ้อนกัน ข. ชั้นของกรานากับสโตรมารวมกัน ค. ชั้นที่มีเอนไซม์สำหรับปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสง ง. ชั้นที่มีรงควัตถุสำหรับปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสง 43. จากแผนภาพคลอโรพลาสต์ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรเกิดขึ้นที่บริเวณใด (a – d)  ก.a แห่งเดียว ข.a และ b ค. c และ d ง. d แห่งเดียว 44. แหล่งผลิตอาหารที่สำคัญที่สุดของพืชสีเขียว ได้แก่ ก. ใบ ข. ลำต้น ค. คลอโรฟิลล์ ง. คลอโรพลาสต์ 45. เมื่อตัดใบตามขวางเพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน จะพบว่าบริเวณที่มี Chlorophyll อยู่มากที่สุด ก. epidermis ข. Spongy layer ค. palisade layer ง. Mesophyll			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.1 ด้านความรู้ – ความจำ	46. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในส่วนใด ก. คลอโรฟิลล์ ข. คลอโรพลาสต์ ค. ไซโทพลาสซึม ง. เซลล์พืชที่มีสีเขียว 47. เยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์มีลักษณะเหมือน ก. เยื่อหุ้มเซลล์ ข. เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย ค. เยื่อหุ้มนิวเคลียส ง. ทั้ง ก, ข และ ค 48. โมเลกุลรงควัตถุของคลอโรพลาสต์อยู่ในบริเวณใด ก. ภายในเยื่อไทลา ข. ภายในช่องว่างไทลาคอยด์ ค. ภายในเยื่อชั้นใน ง. ภายในช่องระหว่างเยื่อชั้นในและเยื่อชั้นนอก 49. ก่อนทำการทดลองเพื่อแสดงว่าพืชสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วได้แป้ง ต้องนำพืชนั้นไปเก็บไว้ในที่มืดประมาณ 36 ชั่วโมง เพื่อเหตุผลใด ก. เพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอาศัยแสงสว่าง ข. เพื่อให้พืชใช้อาหารที่สร้างขึ้นให้หมด ค. เพื่อให้พืชเกิดการหายใจอย่างเดียว ง. เพื่อให้พืชไม่สามารถ สังเคราะห์อาหารขึ้นใหม่ 50. ในใบเซลล์ชนิดใดรูปร่างยาวๆ อยู่ติดๆ กัน และมีคลอโรพลาสต์เป็นจำนวนมาก ก. แพลิเซดเซลล์ ข. สปันจีเซลล์ ค. เซลล์คุม ง. เอพิเดอร์มิส			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.1 ด้านความรู้ – ความจำ	51. เมื่อต้นถั่วงอกขึ้นมาจากพื้นดิน แต่ยังไม่ทิ้งใบเลี้ยง ดังภาพ เซลล์บริเวณใดจะเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มาก  ก. เซลล์ตลอดลำต้นที่มีสีเขียว ข. เซลล์ของใบเลี้ยงที่มีสีเขียว ค. แพลิเซดเซลล์ของใบจริง ง. สปันจีเซลล์ของใบจริง 52. บริเวณที่มีการคายน้ำมากที่สุด คือ ก. บริเวณผิวใบด้านบน ข. บริเวณผิวใบด้านล่าง ค. บริเวณก้านใบ ง. บริเวณขอบใบด้านบน			
4.2 ด้านความเข้าใจ	53. การที่ผิวใบด้านบนสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากเนื่องจาก ก. ผิวใบด้านบนมีเซลล์ชั้นที่เรียกว่า พาลิเซดเซลล์ ข. ผิวใบด้านบนมีเซลล์ชั้นที่เรียกว่า สปองจีเซลล์ ค. ผิวใบด้านบนมีเซลล์คุมจำนวนมาก ง. ผิวใบด้านบนมีการลำเลียงสารต่างๆ มาก จึงมีวัตถุดิบมากสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากด้วย			

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.2 ด้านความเข้าใจ	54. guard cell เป็นเซลล์ของ epidermis แต่แตกต่างจาก epidermis ทั่วๆ ไปคือ ก. guard cell เป็นเซลล์ขนาดใหญ่กว่า epidermis ข. guard cell เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ค. guard cell มีคลอโรพลาสต์สังเคราะห์ด้วยแสงได้ แต่ epidermis ไม่มีคลอโรพลาสต์สังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ ง. guard cell ไม่มีคลอโรพลาสต์สังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ แต่ epidermis มีคลอโรพลาสต์สังเคราะห์ด้วยแสง 55. ในบริเวณใดของใบน่าจะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยที่สุด ก. แพลิเซดเซลล์ ข. สปันจีเซลล์ ค. เซลล์คุม ง. เอพิเดอร์มิส 56. เพราะเหตุใดการสังเคราะห์ด้วยแสงส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นที่ใบ(ด้านการให้เหตุผล) ก. เพราะใบทำหน้าที่รับแสงได้ดีที่สุด ข. เพราะใบมีแร่ธาตุต่างๆที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ค. เพราะใบมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ง. เพราะใบมีจำนวนคลอโรพลาสต์มากกว่าส่วนอื่นๆ			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.3 ด้านการนำไปใช้	57. ในการทดสอบแป้งพืชเราจะต้องต้มใบพืชใน ethyl alcohol เพื่อ ก. ทำให้เซลล์ตาย ข. เพื่อให้แป้งทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ค. เพื่อละลายคลอโรฟีลล์ออก ง. เพื่อเร่งปฏิกิริยาการเกิดสี 58. หากใบมีลักษณะอวบใหญ่ เก็บน้ำได้ดี มีคิวทิเคิลฉาบ เอพิเดอร์มิสหนา ปากใบมีน้อยหรือไม่มีเลย พืชชนิดนี้ควรอยู่ในสภาวะอย่างไร ก. ป่าดงดิบ ข. แห้งแล้ง ค. ริมน้ำ ง. ป่าชายเลน			
4.4 ด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์	59. สารละลายบรอมไธมอลบูล สามารถใช้ในการทดสอบว่าคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้เนื่องจาก ก. สารละลายบรอมไธมอลบูล ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ข. สารละลายบรอมไธมอลบูล ทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ค. สารละลายบรอมไธมอลบูล มีสีต่างกันเมื่อ pH ของสารละลายต่างกัน ง. สารละลายบรอมไธมอลบูล ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ระดับคะแนน		
		+1	0	-1
4.4 ด้านกระบวนการวิทยาศาสตร์	60. ที่ใบของพืชมักจะมีสารอะไรฉาบอยู่เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ก. cutin ข. Suberin ค. lignin ง. chitin			

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ช

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ 6 ผลความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			
1	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
2	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
3	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
4	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
5	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
6	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
7	0	+1	0	1	0.33	ไม่เหมาะสม
8	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
9	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
10	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
11	+1	+1	0	2	0.67	เหมาะสม
12	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
13	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
14	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
15	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
16	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
17	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
18	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
19	0	0	0	0	0	ไม่เหมาะสม
20	+1	+1	0	2	0.67	เหมาะสม
21	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
22	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
23	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3	รวม	IOC	แปลผล
24	-1	-1	+1	-1	-0.33	ไม่เหมาะสม
25	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
26	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
27	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
28	+1	+1	-1	2	0.67	เหมาะสม
29	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
30	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
31	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
32	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
33	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
34	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
35	0	+1	+1	2	0.67	เหมาะสม
36	+1	0	0	1	0.33	ไม่เหมาะสม
37	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
38	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
39	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
40	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
41	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
42	0	0	+1	1	0.33	ไม่เหมาะสม
43	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
44	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
45	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3	รวม	IOC	แปลผล
46	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
47	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
48	+1	0	0	1	0.33	ไม่เหมาะสม
49	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
50	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
51	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
52	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
53	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
54	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่เหมาะสม
55	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
56	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
57	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
58	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
59	+1	0	+1	2	0.67	เหมาะสม
60	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่เหมาะสม

ภาคผนวก ซ
ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
และค่าความเชื่อมัน

ตารางที่ 7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ข้อสอบ	IOC	P	r	ข้อสอบ 30 ข้อ ที่ใช้จริง
1	0.67	0.7	0.7	1
2	1.00	0.8	0.3	2
3	1.00	0.8	0.3	3
4	0.67	0.2	0.2	4
5	1.00	0.6	0.3	5
6	1.00	0.6	0.7	6
7	0.33	0.6	0.1	-
8	1.00	0.6	0.3	7
9	0.67	0.5	0.4	8
10	1.00	0.5	0.4	9
11	0.67	0.5	0.3	10
12	1.00	0.5	0.3	11
13	1.00	0.6	0.4	12
14	1.00	0.6	0.2	13
15	1.00	0.6	0.3	14
16	1.00	0.6	0.3	15
17	1.00	0.5	0.3	16
18	1.00	0.5	0.4	17
19	0	0.1	0.1	-
20	0.67	0.2	0.3	18
21	1.00	0.6	0.3	19
22	0.67	0.3	0.6	-
23	0.67	0.4	0.5	-
24	-0.33	0.3	0.1	-
25	0.67	0.7	0.3	20

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	P	r	ข้อสอบ 30 ข้อ ที่ใช้จริง
26	0.67	0.6	0.2	21
27	0.67	0.6	0.2	22
28	0.67	0.5	0.3	23
29	1.00	0.6	0.4	-
30	0.67	0.4	0.5	-
31	0.67	0.5	0.4	24
32	1.00	0.8	0.3	25
33	1.00	0.6	0.1	-
34	1.00	0.3	0.1	-
35	0.67	0.4	0.3	-
36	0.33	0.2	0.1	-
37	1.00	0.4	0.3	26
38	1.00	0.5	0.6	-
39	1.00	0.3	0.8	-
40	1.00	0.6	0.5	
41	1.00	0.5	0.4	-
42	0.33	0.2	0.1	-
42	0.67	0.5	0.2	-
43	1.00	0.4	0.2	-
44	1.00	0.4	0.2	-
45	1.00	0.7	0.2	27
46	1.00	0.5	0.4	-
47	1.00	0.3	0.3	-
48	0.33	0.5	0.1	-
49	0.33	0.1	0.1	-
50	1.00	0.5	0.3	-

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อสอบ	**IOC**	**P**	**r**	**ข้อสอบ 30 ข้อ ที่ใช้จริง**
51	1.00	0.6	0.2	-
52	1.00	0.5	0.2	-
53	0.67	0.5	0.4	-
54	0.33	0.2	0.1	-
55	0.67	0.6	0.3	-
56	0.67	0.5	0.2	-
57	1.00	0.5	0.2	28
58	1.00	0.6	0.3	29
59	0.67	0.7	0.3	-
60	1.00	0.7	0.2	30

ตารางที่ 8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	15	225	21	23	529
2	23	529	22	22	484
3	17	289	23	15	225
4	17	289	24	24	576
5	15	225	25	22	484
6	12	144	26	23	529
7	20	400	27	20	400
8	16	256	28	22	484
9	16	256	29	16	256
10	17	289	30	15	225
11	23	529	31	22	484
12	21	441	32	23	529
13	20	400	33	12	144
14	24	576	34	13	169
15	22	484	35	15	225
16	15	225	36	21	441
17	23	289	37	18	324
18	13	169	38	16	256
19	22	484	39	21	441
20	13	169	40	24	576
		รวม		**741**	**549081**

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก	p	q	pq
1	31	0.78	0.22	0.17
2	33	0.83	0.17	0.14
3	32	0.80	0.20	0.16
4	14	0.35	0.65	0.23
5	24	0.60	0.40	0.24
6	26	0.65	0.35	0.23
7	24	0.60	0.40	0.24
8	21	0.53	0.47	0.25
9	22	0.55	0.45	0.25
10	21	0.53	0.47	0.25
11	22	0.55	0.45	0.25
12	27	0.68	0.32	0.22
13	18	0.45	0.55	0.25
14	25	0.63	0.37	0.23
15	27	0.68	0.32	0.22
16	22	0.55	0.45	0.25
17	27	0.66	0.34	0.22
18	17	0.43	0.57	0.25
19	26	0.65	0.35	0.23
20	24	0.60	0.40	0.24
21	27	0.68	0.32	0.22
22	27	0.63	0.37	0.23
23	27	0.68	0.32	0.22
24	22	0.55	0.45	0.25
25	32	0.80	0.20	0.16

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก	p	q	pq
26	18	0.45	0.55	0.25
27	28	0.70	0.30	0.21
28	22	0.55	0.45	0.25
29	28	0.70	0.30	0.25
30	28	0.70	0.30	0.25
		$\sum pq = 6.73$		

ค่า $S^2_t = 27.03$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แทนค่าในสูตร K-R20

สูตร $$\frac{n}{n-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right]$$

แทนค่า = $$\frac{40}{40-1}\left[1-\frac{6.73}{27.3}\right]$$

= 0.77

ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

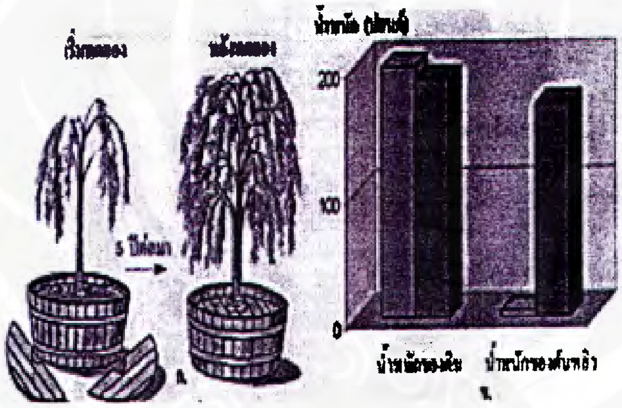
ภาคผนวก ฌ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
หน่วยการเรียนรู้ การสังเคราะห์ด้วยแสงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช

ชื่อ-นามสกุล.. เลขที่..............................

จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 1-3



1. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของ

ก. โจเซฟพริสต์ลีย์ ข. ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมองท์

ค. แจน อินเก็นฮูซ ง. นิโคลาสธีโอดอร์เดอโซซูร์

2. ข้อสันนิษฐานว่าการทดลองครั้งนี้เหตุใดจึงไม่ใช้กระถางปลูกต้นไม้ทั่วๆไป น่าจะเป็นไปได้ว่า

ก. ต้องการดินในปริมาณมากพอที่จะปลูกในเวลายาวนาน

ข. มีฝาปิดปากถังได้พอดี

ค. ไม่รู้ว่าจะใช้กระถางอะไรที่มีขนาดใหญ่โตกว่านี้

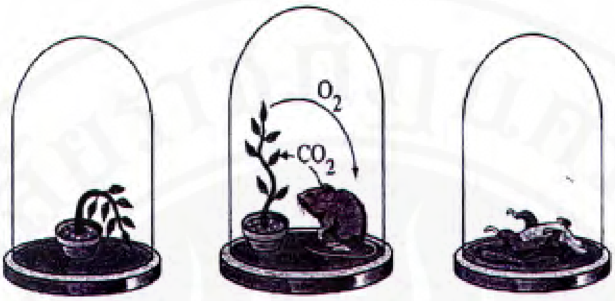
ง. เป็นไปได้ทั้ง ก. ข. ค

3. จากการทดลองนี้ผู้ทดลองสรุปผลว่า น้ำหนักต้นหลิวที่เพิ่มนั้นมาจาก

ก. น้ำ ข. ดิน

ค. อากาศ ง. ทั้ง ขและ ค

จากแผนภาพตอบคำถามข้อ 4-5



4. การทดลองตามภาพนี้เป็นการทดลองของ

ก. พริสต์ลีย์ ข. เฮลมองท์

ค. อินเก็นฮูซ ง. โซซูร์

5. ผลการทดลองนี้สรุปว่า

ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ข. พืชสร้างออกซิเจน

ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน ง. ถูกทั้ง ก, ข, ค

6. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เกิดขึ้นได้ในเวลาใด

ก. กลางวันเท่านั้น

ข. ตลอดเวลาที่แสงเพียงพอ

ค. ตลอดเวลาแต่กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน

ง. เฉพาะกลางวันที่มีแสงแดดจัด

7. จากการสังเกตดูตู้ปลาที่มีพืชน้ำอยู่ด้วย บางครั้งจะเห็นฟองแก๊สเกาะอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชเหล่านั้น เมื่อฟองแก๊สมีขนาดใหญ่ขึ้นมากก็จะผุดขึ้นมา แก๊สที่ผุดขึ้นมาคือ

ก. CO_2 ข. O_2

ค. N_2 ง. NH_3

8. จากแผนผังของการสร้างอาหารของพืชที่นิโคลัสธีโอดอร์เดอโซซูร์ ค้นพบคือ

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ สารอินทรีย์ + แก๊ $\xrightarrow[\text{แสงสว่าง}]{\text{พืชสีเขียว}}$ ออกซิเจน

นั้นเขามีหลักฐานอะไร

ก. หลักฐานจากการคายน้ำของพืช

ข. หลักฐานจากการดูดน้ำของรากพืช

ค. พืชมีใบสีเขียว

ง. น้ำหนักของพืชเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักของแก๊สที่พืชได้รับ

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

9. ก่อนทำการทดลองเพื่อแสดงว่าพืชสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วได้แป้ง ต้องนำพืชนั้นไปเก็บไว้ในที่มืดประมาณ 36 ชั่วโมง เพื่อเหตุผลใด

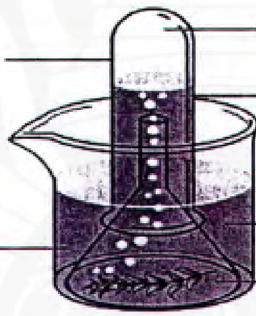
ก. เพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอาศัยแสงสว่าง

ข. เพื่อให้พืชใช้อาหารที่สร้างขึ้นให้หมด

ค. เพื่อให้พืชเกิดการหายใจอย่างเดียว

ง. เพื่อให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์อาหารขึ้นใหม่

จากภาพการตั้งอุปกรณ์การทดลองเพื่อแสดงว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้เกิดแก๊สออกซิเจนขึ้นนั้น ใช้ตอบคำถามข้อ 10-11



10. ฟองออกซิเจนที่ออกมาจากพืชนั้น ออกมาจากบริเวณใดของพืช

ก. ปากใบ ข. ปลายใบ

ค. ก้านใบ ง. ลำต้น

11. จะพิสูจน์ได้ง่ายๆ ได้อย่างไรว่า แก๊สที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้จะเป็นแก๊สออกซิเจนจริง

ก. ดมกลิ่น ข. จุดไม้ขีดใส่

ค. ใช้ธูปที่ติดไฟแดงๆ แหย่ ง. ใส่สัตว์ขนาดเล็กเข้าไปในหลอดทดลอง

12. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจาก

ก. น้ำที่ใช้รด ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย

ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง ง. จากแร่ธาตุในดิน

13. ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จึงสามารถบอกได้ว่าน้ำหนักต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมานั้นเนื่องจาก

ก. น้ำที่ใช้รด ข. ปุ๋ยที่ใช้ช่วย

ค. การสังเคราะห์ด้วยแสง ง. จากแร่ธาตุในดิน

14. สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่มีทั้งคลอโรฟีลล์ เอ และคลอโรฟีลล์ บี

ก. พืชดอก ข. เฟิน

ค. สาหร่ายสีเขียว ง. ทั้ง ก, ข ,ค

15. แคโรทีนอยด์ประกอบด้วยรงควัตถุ 2 ชนิด คือ

ก. แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงหรือสีส้มกับเซนโทฟิลซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองหรือสีน้ำตาล

ข. แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงกับแซนโทฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีน้ำตาล

ค. แคโรทีนเป็นรงควัตถุสีน้ำตาลกับแซนโทฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเหลือง

ง. แคโรทีนเป็นรงควัตถุสีน้ำตาลกับแซนโทฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเหลือง

16. ในเซลล์พืช รงควัตถุชนิดใดทำหน้าที่รับแสงที่ทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. คลอโรฟีลล์ เอ ข. คลอโรฟีลล์ บี

ค. แคโรทีนอยด์ ง. ทั้ง ก, ข, ค

17. โมเลกุลรงควัตถุของคลอโรพลาสต์อยู่ในบริเวณใด

ก. ภายในเยื่อไทลาคอยด์ (thylakoid membranes)

ข. ภายในช่องว่างไทลาคอยด์ (thylakoid space)

ค. ภายในเยื่อชั้นใน (inner membranes)

ง. ภายในช่องระหว่างเยื่อชั้นในและเยื่อชั้นนอก

18. ว่านกาบหอยมีทั้งสีม่วงและสีเขียว ส่วนของสีม่วงนั้นมีรงควัตถุใดที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง

ก. คลอโรฟีลล์ เอ ข. คลอโรฟีลล์ บี

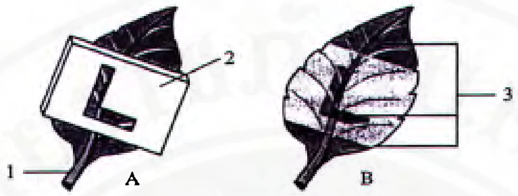
ค. คลอโรฟีลล์ ดี ง. คลอโรทีนอยด์

19. คลอโรฟีลล์แต่ละชนิดล้วนทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี แสงที่คลอโรฟีลล์แต่ละชนิดได้รับจะเป็นอย่างไร

ก. มีความยาวคลื่นต่างกัน ข. มีความยาวคลื่นเดียวกัน

ค. มีความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน ง. ก และ ค ถูก

จากรูปข้างล่างเป็นการทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้ตอบคำถามข้อ20-21



20. หมายเลข 2 คืออะไร

ก. แผ่นกระดาษแก้วเจาะรูตรงกลางเป็นรูปตัวแอล

ข. แผ่นดีบุกเจาะรูตรงกลางเป็นรูปตัวแอล

ค. แผ่นกระจกใสตรงกลางเป็นรูปตัวแอล

ง. แผ่นกระจกฝ้าตรงกลางเป็นรูปตัวแอล

21. หมายเลข 3 คืออะไร

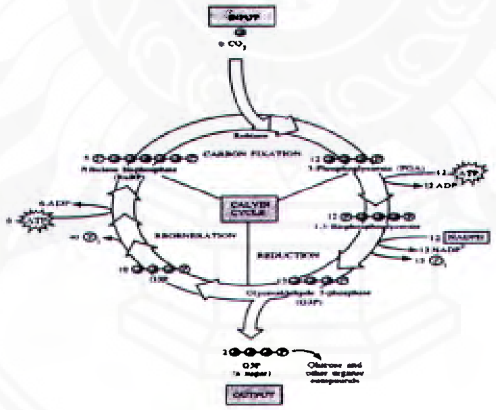
ก. บริเวณที่มีสีเขียว แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข. บริเวณที่มีสีม่วงน้ำเงิน แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง

ค. บริเวณที่มีสีม่วงเหลือง แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. บริเวณที่มีสีขาว แสดงว่ามีการสังเคราะห์ด้วยแสง

22. แผนภาพข้างล่างนี้แสดงถึง



ก. วัฏจักรของคัลวิน | ข. วัฏจักรของคัลวินไม่ต้องใช้แสง

ค. วัฏจักรเครบส์ต้องใช้แสง | ง. วัฏจักรของเครบส์ไม่ต้องใช้แสง

23. หน่วยที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย

ก. photosystem I | ข. photosystem Iและ photosystem II

ค. photosystem I, II, III | ง. photosystem I, II, III และ IV

24. ข้อใดเป็นน้ำตาลชนิดแรกที่เกิดขึ้นในวัฏจักรคัลวิน

ก. PGA　　ข. PGAL

ค. RuBP　　ง. OAA

25. เมื่อ RuBP รับ CO_2 เข้ามาในวัฏจักร สารอินทรีย์ตัวแรกที่เกิดขึ้นคือ

ก. 3-phosfhoglyceric acid　　ข. glyceraldehydes – 3 – phosphate

ค. ribulose – 1, 5 –bisphosphate　　ง. phosphoglycolate.

26. ในวัฏจักรแคลวินการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 6 โมเลกุลให้กลายเป็นกลูโคส 1 โมเลกุลต้องใช้ NADH + H^+ กี่โมเลกุล

ก. 8 โมเลกุล　　ข. 10 โมเลกุล

ค. 12 โมเลกุล　　ง. 16 โมเลกุล

27. เมื่อตัดใบตามขวางเพื่อศึกษาโครงสร้างภายใน จะพบว่าบริเวณที่มี Chlorophyll อยู่มากที่สุด

ก. epidermis　　ข. Spongy layer

ค. palisade layer　　ง. Mesophyll

28. ในการทดสอบแป้งพืชเราจะต้องต้มใบพืชใน ethyl alcoholเพื่อ

ก. ทำให้เซลล์ตาย　　ข. เพื่อให้แป้งทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์

ค. เพื่อละลายคลอโรฟิลล์ออก　　ง. เพื่อเร่งปฏิกิริยาการเกิดสี

29. หากใบมีลักษณะอวบใหญ่ เก็บน้ำได้ดี มีคิวทิเคิลฉาบ เอพิเดอร์มิสหนา ปากใบมีน้อยหรือไม่มีเลย พืชชนิดนี้ควรอยู่ในสภาวะอย่างไร

ก. ป่าดงดิบ　　ข. แห้งแล้ง

ค. ริมน้ำ　　ง. ป่าชายเลน

30. ใบของพืชมักจะมีสารอะไรฉาบอยู่เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

ก. cutin　　ข. Suberin

ค. lignin　　ง. chitin

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อ		ข้อ		ข้อ		ข้อ		ข้อ	
1	ข	8	ง	15	ก	22	ข	29	ข
2	ง	9	ข	16	ง	23	ข	30	ก
3	ก	10	ง	17	ก	24	ข	31	
4	ก	11	ค	18	ง	25	ก	32	
5	ง	12	ค	19	ง	26	ค	33	
6	ข	13	ค	20	ข	27	ค	34	
7	ข	14	ง	21	ข	28	ค	35	

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ญ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน	ผลต่างของคะแนน
1	11	16	5
2	18	21	3
3	12	17	5
4	12	17	5
5	12	16	4
6	12	17	5
7	12	17	5
8	11	17	6
9	11	17	6
10	9	16	7
11	12	20	8
12	11	21	10
13	15	20	5
14	13	21	8
15	14	16	2
16	9	16	7
17	9	21	12
18	5	16	11
19	17	19	2
20	9	16	7
21	9	21	12
22	9	16	7
23	9	13	4

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน	ผลต่างของคะแนน
24	17	13	2
25	16	21	5
26	19	21	2
27	8	17	9
28	16	18	2
29	7	15	8
30	5	16	11
31	13	21	8
32	9	21	12
33	9	16	7
34	10	16	6
35	11	16	5
36	13	16	3
37	9	16	7
38	9	16	7
39	10	17	7
40	9	21	12
μ	**11.28**	**17.28**	**6.5**
σ	**-**	**-**	**4.59**

ภาคผนวก ฎ

แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความพึงพอใจ ที่ตรงตามความตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึงความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านปัจจัยนำเข้า 1.1 คู่มือนักเรียนมีบัตรคำสั่ง คำถามมีข้อแนะนำที่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจในงานที่ทำ					
1.2 ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม					
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน					
1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน					
1.5 วัสดุในการจัดกิจรรมการเรียนมีความเหมาะสม					
1.6 แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน					
2. ด้านกระบวนการ 2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าพอใจ					
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนสามารถปฏิบัติได้					
2.3 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น					
2.4 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น					
3. ด้านผลผลิต 3.1 นักเรียนเกิดความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์					
3.2 นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
3.3 ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสาระการเรียนรู้อื่นได้					

ภาคผนวก ฎ
ค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตารางที่ 10 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3			
1. ด้านปัจจัยนำเข้า						
1.1 คู่มือนักเรียนมีบัตรคำสั่ง คำถามมีข้อแนะนำที่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจในงานที่ทำ	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
1.2 ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
1.5 วัสดุในการจัดกิจรรมการเรียนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
1.6 แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
2. ด้านกระบวนการ						
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าพอใจ	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	รวม	IOC	แปลผล
2.3 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
2.4 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
3. ด้านผลผลิต						
3.1 นักเรียนเกิดความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
3.2 นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม
3.3 ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสาระการเรียนรู้อื่นได้	+1	+1	+1	3	1.00	เหมาะสม

ภาคผนวก ฐ

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตารางที่ 11 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายการประเมิน	คะแนนความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.
	5	4	3	2	1		
1. ด้านปัจจัยนำเข้า							
1.1 คู่มือนักเรียนมีบัตรคำสั่งคำถามมีข้อแนะนำที่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจในงานที่ทำ	15	25	0	0	0	4.38	0.49
1.2 ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	22	18	0	0	0	4.55	0.50
1.3 เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	25	11	4	0	0	4.53	0.68
1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน	20	20	0	0	0	4.50	0.50
1.5 วัสดุในการจัดกิจรรมการเรียนมีความเหมาะสม	12	28	0	0	0	4.30	0.46
1.6 แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	27	13	0	0	0	4.68	0.47
รวม						**4.49**	**0.82**
2. ด้านกระบวนการ							
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าพอใจ	20	20	0	0	0	4.5	0.50
2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมนักเรียนสามารถปฏิบัติได้	20	20	0	0	0	4.5	0.50
2.3 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาในสถานการณ์ต่างๆ	16	24	0	0	0	4.4	0.49
2.4 กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น	20	20	0	0	0	4.5	0.50
รวม						**4.47**	**0.01**

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.
	5	4	3	2	1		
3. ด้านผลผลิต							
3.1 นักเรียนเกิดความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์	30	10	0	0	0	4.75	0.49
3.2 นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	24	16	0	0	0	4.60	0.50
3.3 ชุดฝึกกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสาระการเรียนรู้อื่นได้	30	10	0	0	0	4.75	0.49
รวม						**4.7**	**0.08**
รวมเฉลี่ยทุกด้าน						**4.5**	**0.12**

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวนาเดีย คาเร็ง
วัน เดือน ปีเกิด	5 ธันวาคม 2529
สถานที่เกิด	อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 184 หมู่ที่ 3 ตำบลตลิ่งชัน อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา 95130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทรายแก้ว
พ.ศ. 2546	ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบันนังสตาวิทยา
พ.ศ. 2552	วิทยาศาสตร์บัณฑิต(วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2556	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช