



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้
แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

สุกัันดา พรหมนิล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กุมภาพันธ์ 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้
แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

สุกัันดา พรหมนิล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
กุมภาพันธ์ 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES IN BIOLOGY ENTITLED
PHOTOSYNTHESIS USING INQUIRY CYCLE (5E) INTEGRATED
WITH COLLABORATIVE LEARNING APPROACH
FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS

BY
SUKANDA PROMMANIN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
The Master of Education Degree in Curriculum and Instruction
at Sakon Nakhon Rajabhat University

February 2020

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ สุกันดา พรหมนิล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ กำจัดภัย) (รองศาสตราจารย์ ดร.ชนานันต์ กุลโพบุตร) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา วงศ์อนุสิทธิ์) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.อุษา ปราบหงษ์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ
(ดร.นันทนา ลีลาชัย) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

.....
(ดร.อุษา ปราบหงษ์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือ เป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชนานันต์ กุลไพบุตร ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.อุษา ปราบหงษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาแนะนำ เสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ เรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ กำจัดภัย และท่านอาจารย์ ดร.พจมาน ชำนาญกิจ ดร.ระพีพร พลเยี่ยมหาญ นายวิรวัดณ์ บุปผาชื่น และนางปานฤทัย บัวชุม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย จนได้เครื่องมือ ที่มีคุณภาพ ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ต่อการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ที่กรุณา ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือในการทดลองและเก็บรวบรวม ข้อมูลและขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและ เก็บข้อมูล ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ของผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยสามารถดำรงตนและ บรรลุผลสำเร็จในปัจจุบัน

สุกัญดา พรหมนิล

| | |
|-------------------------|---|
| ชื่อเรื่อง | การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |
| ผู้วิจัย | สุกัญดา พรหมนิล |
| กรรมการที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาพันธ์ กุลไพบุตร ดร.อุษา ปราบหงษ์ |
| ปริญญา | ค.ม. (หลักสูตรและการสอน) |
| สถาบัน | มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| ปีที่พิมพ์ | 2563 |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ อำเภอธาตุพนม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ แบบแผนการวิจัยใช้รูปแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t-test (Dependent Samples)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง วิชาชีววิทยา โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 78.95/78.10 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.68)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) การเรียนรู้แบบร่วมมือ

| | |
|--------------------|--|
| TITLE | The Development of Instructional Activities in Biology Entitled Photosynthesis using Inquiry Cycle (5E) integrated with Collaborative Learning Approach for Mathayomsuksa 5 Students |
| AUTHOR | Sukanda Prommanil |
| ADVISORS | Assoc. Prof. Dr. Thananun Kunpaibutr Dr. Usa Prabhong |
| DEGREE | M.Ed. (Curriculum and Instruction) |
| INSTITUTION | Sakon Nakhon Rajabhat University |
| YEAR | 2020 |

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to develop and determine an efficiency index of the Biology learning activities on Photosynthesis using an inquiry cycle (5E) integrated with a collaborative learning approach for Mathayomsuksa 5 students to meet a set criteria of 75/75, 2) to compare the students' learning achievement before and after learning through the developed learning activities, 3) to compare the students' analytical thinking before and after the intervention, and 4) to examine student satisfaction toward learning through the developed learning activities. The samples were 25 Mathayomsuksa 5 students who were studying in the first semester of academic year 2019 at Watbuenglek School under the Royal Patronage of His Majesty the King under the Secondary Educational Service Area Office 22. They were obtained through a cluster random sampling using the classroom as a sampling unit. The research instruments comprised seven lesson plans, a 40-item learning achievement test, a 30-item analytical thinking test, and a 20-item student satisfaction evaluation form of learning from the developed learning activities. A "One Group Pretest Design" was utilized in this study. Statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and dependent samples t-test.

The findings were as follows:

1. The Biology learning activities on the Photosynthesis using inquiry cycle (5E) integrated with collaborative learning for Mathayomsuksa 5 students had an efficiency of 78.95/78.10, which was higher than the set criteria of 75/75.

2. The student learning achievement after the invention was higher than that of before the intervention, at a .01 level of significance.

3. The students' analytical thinking after the intervention was higher than that of before, at a .01 level of significance.

4. The students' satisfaction toward learning through the developed learning activities was at the highest level ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.68).

Keywords: Learning Activities, Inquiry Cycle (5E), Collaborative Learning

สารบัญ

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 บทนำ | 1 |
| ภูมิหลัง | 1 |
| คำถามของการวิจัย | 4 |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย | 5 |
| สมมติฐานของการวิจัย | 5 |
| ความสำคัญของการวิจัย | 6 |
| ขอบเขตของการวิจัย | 6 |
| กรอบแนวคิดของการวิจัย | 8 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ | 8 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 13 |
| หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) | 14 |
| สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ | 14 |
| คำอธิบายรายวิชา | 16 |
| ผลการเรียนรู้ | 17 |
| โครงสร้างรายวิชารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242 | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | 18 |
| การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) | 19 |
| ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ | |
| (5E) | 19 |
| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) | 22 |
| รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) | 25 |
| บรรยากาศการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) | 28 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| การเรียนรู้แบบร่วมมือ | 29 |
| ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ | 29 |
| แนวคิดทฤษฎีที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ | 30 |
| ลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ | 33 |
| องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ | 35 |
| ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ | 39 |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | 43 |
| ความหมายของแผนจัดการเรียนรู้ | 44 |
| ความสำคัญของแผนการเรียนรู้ | 45 |
| ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ | 48 |
| หลักในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ | 51 |
| องค์ประกอบและรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ | 53 |
| การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ | 56 |
| ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | 59 |
| ความหมายของการคิดวิเคราะห์ | 59 |
| แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ | 61 |
| เทคนิคการฝึกคิดวิเคราะห์ | 64 |
| องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ | 66 |
| ความพึงพอใจ | 67 |
| ความหมายของความพึงพอใจ | 67 |
| การวัดระดับความพึงพอใจ | 68 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 70 |
| งานวิจัยในประเทศ | 70 |
| งานวิจัยต่างประเทศ | 74 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|-------|---|
| 3 | วิธีดำเนินการวิจัย 77 |
| | ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 77 |
| | เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 78 |
| | การเก็บรวบรวมข้อมูล 88 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล 90 |
| | สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 91 |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 95 |
| | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 95 |
| | ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 95 |
| | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96 |
| 5 | สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 105 |
| | ความมุ่งหมายของการวิจัย 105 |
| | สมมติฐานของการวิจัย 106 |
| | ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 106 |
| | เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 107 |
| | การเก็บรวบรวมข้อมูล 107 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล 108 |
| | สรุปผล 109 |
| | อภิปรายผล 110 |
| | ข้อเสนอแนะ 114 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| บรรณานุกรม | 115 |
| ภาคผนวก | 127 |
| ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ | 129 |
| ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ | 133 |
| ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 153 |
| ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 165 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย | 223 |

บัญชีตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เวลาเรียน 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต | 18 |
| 2 เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และมาร์ซาโน (Marzano) | 63 |
| 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสง/ผลการเรียนรู้/เวลาที่ดำเนินการทดลอง | 79 |
| 4 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับประเภท การคิดวิเคราะห์ | 85 |
| 5 แบบแผนการทดลอง One Group Pre-test Post-test Design | 88 |
| 6 ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 97 |
| 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง | 98 |
| 8 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง | 99 |

บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 9 การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 100 |
| 10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ | 135 |
| 11 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ | 137 |
| 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ | 139 |
| 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อสอบ แบบอิงกลุ่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 142 |
| 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้าน การคิดวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ | 144 |

บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อสอบ แบบอิงกลุ่ม แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | 146 |
| 16 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ | 148 |
| 17 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 150 |
| 18 คะแนนวัดกระบวนการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อทดลอง กับกลุ่มตัวอย่าง | 155 |
| 19 คะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เมื่อทดลอง กับกลุ่มตัวอย่าง | 157 |
| 20 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียน กระบวนการ เรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง | 159 |

บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 21 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนในการทำ แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนที่จัดกิจกรรม การเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง | 161 |
| 22 การเปรียบเทียบผลการเรียนของแบบทดสอบความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง | 163 |

บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ | หน้า |
|---|------|
| 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย | 8 |
| 2 Teams Will Manage Social Skills and PIES through Structure | 30 |
| 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมด้วยความพึงพอใจ ช่วยกันแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นในการทำกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน | 103 |
| 4 นักเรียนแต่ละกลุ่มภูมิใจในผลงานของตน พร้อมออกนำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียนหลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ | 104 |

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนา เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างมากมายและไม่หยุดยั้ง นำไปสู่การแก้ไขปัญหาและเพิ่มศักยภาพให้ภาคการผลิตและบริการ สร้างมูลค่าเพิ่มให้ภาคธุรกิจ และเป็นส่วนสำคัญของการยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สถานการณ์ที่มีความเสี่ยง ความท้าทายจากโครงสร้างประชากรสูงอายุ ความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ผันผวน และความจำเป็นที่จะต้องสร้างความมั่นคงด้านอาหาร น้ำและพลังงาน รวมทั้งภายใต้แรงกดดันที่จะต้องเพิ่มรายได้ของประเทศท่ามกลางการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้น โดยที่นานาประเทศก็หันไปใช้การเพิ่มประสิทธิภาพ และการเพิ่มคุณค่าของสินค้าและบริการ เป็นอำนาจการต่อรองและรุกคืบส่วนแบ่งตลาด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, หน้า 2)

ตลอดเวลาที่ผ่านมากการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความสามารถของผู้เรียนในระดับนานาชาติ ที่จัดโดย IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) ซึ่งเป็นองค์การนานาชาติเกี่ยวกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทำการประเมินแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (The Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2015) พบว่า นักเรียนไทยส่วนใหญ่ ยังมีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ โดยอยู่ในอันดับที่ 26 จากทั้งหมด 39 ประเทศ ขณะที่ผลการประเมินความสามารถของนักเรียน ที่ดำเนินการโดย OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลการศึกษานานาชาติของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Programme for International Student Assessment: PISA 2015) ชี้ให้เห็นว่าเด็กไทยมีคะแนนลดลงในทุกด้าน ซึ่งผลการ

ประเมินสะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งปฏิรูปและพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อขีดความสามารถในการแข่งขันโดยรวมของประเทศ (เตชาเมธ เพียรชนะ, 2561, หน้า 67)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย สสวท. เป็นหลักสูตรที่มีกิจกรรมเป็นพื้นฐาน (Activity-based curriculum) การเรียนการสอนเน้นกิจกรรมของผู้เรียน โดยให้มีการสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลองเป็นพื้นฐาน ให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงบทบาทหาความรู้เอง ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูลหาหลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อนำไปสู่การอธิบาย สร้างข้อสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555, หน้า 15)

จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 และ 2560 ของโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ร้อยละ 30.29 และ 26.84 มีค่าเฉลี่ยร้อยละลดลง ค่าเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงปัญหาของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำลง ผู้วิจัยทำการสอนวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นรายวิชาในกลุ่มวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ซึ่งปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การขาดความกระตือรือร้น สนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียนตามกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งนักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากเนื้อหาวิชาที่หลากหลาย ผู้เรียนรับความรู้จากการอธิบายของผู้สอน และมักจะท่องจำเนื้อหาทำให้นักเรียนบางคนเกิดความเบื่อหน่ายไม่ตั้งใจเรียน จากการสังเกตเกี่ยวกับการส่งงานของนักเรียนหากได้รับมอบหมายให้ส่งผลงานของตนเอง จะตั้งใจทำอย่างเต็มที่ที่สุดความสามารถ แต่หากมีการมอบหมายงานกลุ่มนักเรียนมักจะเกียจงาน ผลัดกันรับผิดชอบ ขาดความสามัคคีของคนในกลุ่ม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ นักเรียนไม่เกิดการคิดวิเคราะห์ขาดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีจุดเด่น คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเกิดการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ แยกแยะ แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมิน (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไป ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ อย่างเป็นกระบวนการ เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 219–220)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ คือ มีการพึ่งพาอาศัยกัน มีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล ทักษะการสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม หากผู้เรียนให้ความร่วมมือในลักษณะดังกล่าว จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเนื่องจากการร่วมมือกัน ช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้จนบรรลุเป้าหมาย มีแรงจูงใจภายใน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และรู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีความสัมพันธ์ต่อกันและกันดีขึ้น มีสภาพจิตใจดีขึ้นด้วย (ทีศนา เขมมณี, 2543, หน้า 24–25)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีงานวิจัยของ ทิพย์รัตน์ มังกรทอง (2558, หน้า 842) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ อุไรวรรณ ปานีสงศ์ (2560, หน้า 134) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์สูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีงานวิจัยของ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2550, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์

ของพืชดอก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการ ทักษะการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน และมีคะแนนทดสอบ ทำยาบเรียนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนส่วนใหญ่พอใจกับการสอนรูปแบบนี้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาการเรียน การสอน น่าจะนำมาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจ เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ต่อไป

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่ อย่างไร
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่ อย่างไร
3. ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหา ความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่า ก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร
4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับใด

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้

2. เป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในเนื้อหาอื่นหรือระดับชั้นอื่น ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งทุกห้องเรียนจัดละความสามารถเหมือน ๆ กัน รวมนักเรียนทั้งหมด 49 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียน 25 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้หนึ่งในรายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาย่อย ดังนี้

- 2.1 การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 2.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 2.3 โฟโตเรสไพเรชัน
- 2.4 กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4
- 2.5 กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM
- 2.6 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 2.7 การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

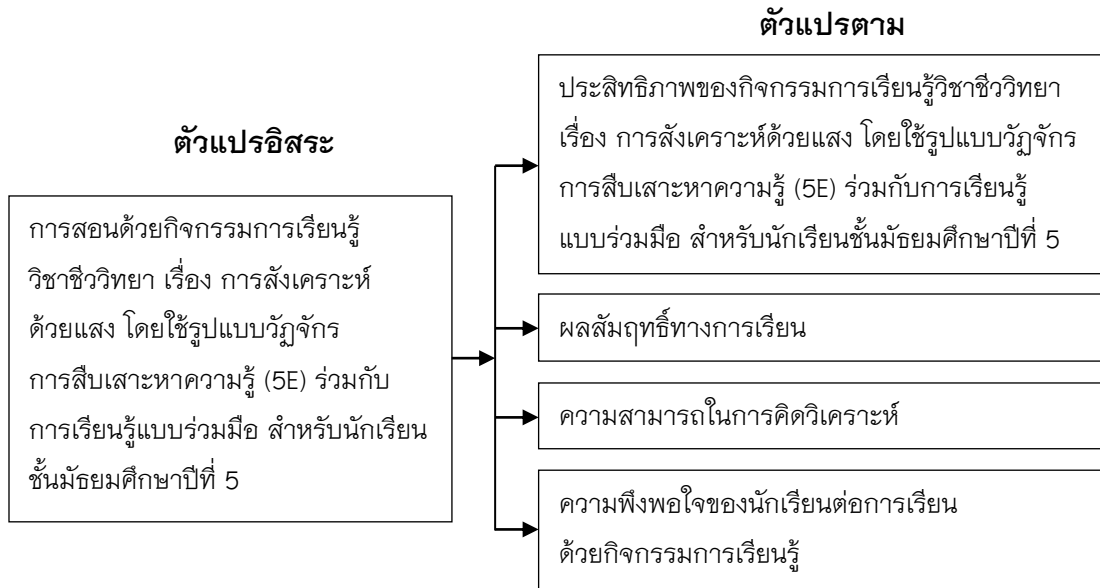
- 3.2.1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
- 3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

4. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 ชั่วโมง ไม่นับทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม และดำเนินการสืบเสาะหาคำตอบในการค้นคว้าหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะ แนว และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งมีอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เทียบได้กับขั้นเข้าสู่บทเรียน เป็นการแนะนำบทเรียน ชักถามปัญหาทบทวนความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีที่ได้กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น และเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นนำความรู้ที่ได้มาใช้เป็นการอภิปรายในกลุ่มตนเองเพื่อลงข้อสรุป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ โดยสอดแทรกอยู่ร่วมกับการสอนอื่น ๆ มีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ลักษณะการรวมกลุ่ม อย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการเรียนรู้ลักษณะการทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จ ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

3. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และมีการสอดแทรกการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ มีการแบ่งกลุ่มผู้เรียน มีการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์เพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่นำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน มีการแบ่งกลุ่มผู้เรียน โดยคณะความสามารถ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับประเด็นเนื้อหาที่สนใจ มีการระดมความคิด อาศัยการทำงานร่วมกันช่วยเหลือกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ สมาชิกในกลุ่มร่วมมือนำเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นนำความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาอภิปรายในกลุ่มตนเองเพื่อลงข้อสรุปรวมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้างและมากน้อยเพียงใด

4. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพหรือคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ช่วยพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมาย ตามเกณฑ์คุณภาพที่ตั้งไว้ที่ 75/75

75 ตัวแรก (E_1) คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ซึ่งได้จากการทำกิจกรรมชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 7 แผน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามเนื้อหาและตัวชี้วัดเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านปัญญาในการแยกแยะเหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนประกอบย่อย แล้วนำมาสร้างข้อสรุปและอธิบายความสัมพันธ์ นำไปสู่การตัดสินใจ จากการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์อย่างมีหลักการและเหตุผล โดยวัดจากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วย ทักษะที่ต้องวัด 3 ด้าน คือ

6.1 วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการแยกแยะส่วนประกอบที่สำคัญของเนื้อหา เรื่องราว หรือบทเรียนที่ได้รับ

6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง ความเกี่ยวข้องของส่วนสำคัญประเด็นหลัก หรือสาระสำคัญจากเนื้อหา

6.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นการพิจารณาทั้งองค์ประกอบสำคัญ สาระสำคัญของเนื้อหา หรือเรื่องราวนั้น ๆ ว่ามีสัมพันธ์กันโดยอาศัยหลักการใด

7. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจ ต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัดจากแบบสอบถาม ความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน จำนวน 20 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษา และนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 คำอธิบายรายวิชา
 - 1.3 ผลการเรียนรู้
 - 1.4 โครงสร้างรายวิชารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - 2.3 รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - 2.4 บรรยายภาคการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.2 แนวคิดทฤษฎีที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3 ลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.5 ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ
4. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.1 ความหมายของแผนจัดการเรียนรู้
 - 4.2 ความสำคัญของแผนการเรียนรู้
 - 4.3 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

- 4.4 หลักในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.5 องค์ประกอบและรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.6 การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
- 5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 5.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 5.3 เทคนิคการฝึกคิดวิเคราะห์
 - 5.4 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
- 6. ความพึงพอใจ
 - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 6.2 การวัดระดับความพึงพอใจ
- 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้

2. คำอธิบายรายวิชา

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242 ไว้ดังนี้

ศึกษาวิเคราะห์ ชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืชเปรียบเทียบกับโครงสร้างภายในของราก ลำต้น ใบของพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช ความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กลไกการลำเลียงอาหารในพืช การทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3 กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3 พืช C4 และพืช CAM ปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช วิจัยชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด บทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย

นำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรม เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

การวัดผลและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพจริง สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ ทักษะ/กระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ การอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียนสื่อความหมาย และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่ต้องการวัด

3. ผลการเรียนรู้

- 3.1 อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
- 3.2 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
- 3.3 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
- 3.4 สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
- 3.5 สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
- 3.6 สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
- 3.7 สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 3.8 อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
- 3.9 สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 3.10 อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3
- 3.11 เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3 พืช C4 และพืช CAM
- 3.12 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- 3.13 อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
- 3.14 อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
- 3.15 อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล

3.16 ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด

3.17 สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

3.18 สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

รวม 18 ผลการเรียนรู้

4. โครงสร้างรายวิชารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตาราง 1 โครงสร้างรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 32242 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
เวลาเรียน 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | น้ำหนักคะแนน (100) |
|----------|--|-------------------|-----------------------|
| 1 | โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก - เนื้อเยื่อพืช - อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช - การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช - การลำเลียงน้ำของพืช - การลำเลียงสารอาหารของพืช - การลำเลียงอาหารของพืช | 24 | 20 |
| 2 | การสังเคราะห์ด้วยแสง - การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง - กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C4 - กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช CAM - ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง - การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง | 18 | 15 |

ตาราง 1 (ต่อ)

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | น้ำหนักคะแนน (100) |
|----------|---|-------------------|-----------------------|
| 3 | การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต - วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืช | 12 | 10 |
| 4 | การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช - สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช - การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม | 6 | 5 |
| | สอบปลายภาคเรียน | - | 30 |
| | รวม | 60 | 100 |

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัย เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยการเรียนรู้
การสังเคราะห์ด้วยแสง ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 18 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีผู้เรียกชื่อ
แตกต่างกันไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสืบเสาะหาความรู้ วัฏจักร
การสืบเสาะหาความรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 37) ได้ให้ความหมายของการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นวิธีสอนที่เน้นความสำคัญที่ผู้เรียนเป็นสำคัญวิธีการสอนนี้
การให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง
โดยผู้เรียนค้นคว้าใช้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย
และพยายามหาข้อสรุปจนในที่สุดเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่ศึกษานั้น การสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้นี้ ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจน
แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 3) ให้ความหมายว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

ทิตนา แชมมณี (2551, หน้า 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะสอบสวน (Inquiry Instruction) หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555, หน้า 331) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อนจนสามารถถอดแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

ธนาธิป พรกุล (2554, หน้า 133-135) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะ คือ กระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ 5) ลงข้อสรุป

เวิน ริทคินโล (2559, หน้า 39) สรุปความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้ การตรวจสอบความรู้เดิมส่งเสริมให้นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยทักษะกระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เกิดประสบการณ์ตรงจากการค้นคว้าหาคำตอบ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยกระตุ้นและการให้แรงเสริม เพื่อให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบต่อเนื่องจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

อัปดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 12) ได้สรุปความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยครูต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

Welch (1981, pp. 53–64 อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 146) อธิบายว่า การสืบเสาะเป็นกระบวนการหนึ่งของการสืบเสาะทั่วไป ที่มุ่งการหาความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติโดยอาศัยความเชื่อ กรอบความคิด และข้อตกลงเบื้องต้นเป็นแนวทางในการศึกษามาตรฐานการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แห่งอเมริกาเห็นได้ว่าการสืบเสาะเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่น่าสนใจ การวางแผนการสืบค้น การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การเสนอคำตอบตลอดจนการถ่ายทอด เผยแพร่ผลการศึกษา

Simpson and Anderson (1981, p. 177) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยการควบคุมเพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

Lawson (1995, p. 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อมั่นว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

Sandra K. Abell (2002, p. 234A) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ NSES และ AAAS นิยามไว้ ดังนี้

NSES (National Science Education Standards, 1996, p. 11) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกิจกรรมที่หลากหลายเกี่ยวกับการสังเกต การถามคำถามการสำรวจตรวจสอบจากเอกสารและแหล่งความรู้อื่น ๆ การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทดสอบ ตรวจสอบหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวม การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล

การนำเสนอผลงาน การอธิบาย และการคาดคะเน และการอภิปรายแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงานที่ได้

AAAS (American Association for the Advancement of Science, 1970, pp. 7-68) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ว่า เริ่มต้นด้วยคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ พร้อมทั้งกระตุ้นนักเรียนให้ตื่นตัวสงสัยใคร่รู้ให้นักเรียนตั้งใจรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน ครูเตรียมข้อมูลเอกสารความรู้ต่าง ๆ ที่มีคนศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ หรือเพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้นให้นักเรียนอธิบายให้ชัดเจน ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศัพท์ทางวิชาการ และใช้กระบวนการกลุ่ม

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม และดำเนินการสืบเสาะหาคำตอบในการค้นคว้าหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้ชี้แนะ แวะแนว และอำนวยความสะดวกให้แก่แก่นักเรียนในการดำเนินกิจกรรม

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 14-16) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือ เรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม หรืออาจเริ่มจากความสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใด น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะใช้ ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ

ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 154-155 อ้างถึงใน พรพิมล อ่อนอินทร์, 2559, หน้า 30-31) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่ วัสดุปรากฏการณ์
หาคำอธิบายทั่วไปและตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 2 เป็นการสร้างรูปแบบแนวคิด หลักการต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 เป็นการสืบค้นหาความรู้เมื่อได้มโนคติหลักการต่าง ๆ แล้วก็ทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็นวงจรของการเรียนรู้ (Learning Cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (Learning How to Learn)

ไสว พักขาว (2544, หน้า 102-104 อ้างถึงใน พรพิมล อ่อนอินทร์, 2559, หน้า 30-31) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยครูอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่ออุปกรณ์ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้

ขั้นที่ 2 สังเกตครูให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่ครูนำเสนอโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยก็ได้

ขั้นที่ 3 อธิบาย ครูให้นักเรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้นจากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ทดสอบ ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุด เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยครูจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบของปัญหา แต่อาจตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น นอกจากการถามแล้ว ครูอาจให้นักเรียนศึกษาหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยากและใช้เวลาไม่มาก

ขั้นที่ 5 สรุป ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นทดสอบอธิบายคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 6 นำความรู้ไปใช้ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ การแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และมีครูผู้สอนคอยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 34-36) ได้กำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม
2. การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหา สิ่งที่คุณเรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ ในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้
3. การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรม การเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอน ในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

การนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการสอนนี้ คือ การจัดเตรียมกิจกรรม ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน เมื่อครูเตรียมกิจกรรมแล้ว ครูควรพิจารณาตรวจสอบบทบาทของครูและผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการสอน 5Es หรือไม่

สกุล มุลแสดง (2554, หน้า 112–116) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค 5Es ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากกลุ่มที่ทำงานร่วมกัน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และช่วยให้มีพัฒนาการด้านกระบวนการการคิดที่หลากหลาย 5Es ประกอบไปด้วยขั้นต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองหรือเกิดจากความสงสัย เรื่องที่สนใจอาจมาจากเหตุการณ์ปัจจุบันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามขึ้นมากำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อประเด็นที่จะศึกษามีความชัดเจนแล้ว จะมีการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือข้อมูลสารสนเทศ หรือข้อมูลปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทดลอง ทำกิจกรรม ภาศสนาใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ศึกษาจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลให้มากเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อมูลสรุป (Explain) เมื่อมีข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว นำข้อมูล ข้อมูลสารสนเทศ มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล พร้อมทั้งจัดทำข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักฐานที่ชัดเจนและนำเสนอผลงาน ซึ่งแสดงถึงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นของการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งยิ่งขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างยิ่งขึ้น มีการเชื่อมโยงความรู้เดิม สู่ความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการนำไปสู่การค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็น เพื่อให้เกิดการอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อความกระจ่างชัดยิ่งขึ้นซักถามนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในความรู้ อาจมีการให้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 1-4 เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการประเมินผล โดยการใช้แบบทดสอบ ชุดฝึก การทำกิจกรรม การทดลอง การจัดป้ายนิเทศ เป็นการประเมินผลรายบุคคล รายกลุ่ม โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรอย่างไร มากน้อยเพียงใด

4. บรรยายภาคการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

บรรยายภาคการเรียนการสอนมีความสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ และได้มีนักการศึกษาได้กล่าวเกี่ยวกับบรรยายภาคการเรียนการสอน ดังนี้

อารี พันธุ์มณี (2540, หน้า 42) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยายภาคการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยายภาค ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยายภาค ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง และเติมสีสันให้กับบรรยายภาคการเรียนการสอนให้เป็นในรูปแบบต่าง ๆ กัน บรรยายภาคการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ทำทนาย ตื่นเต้น ปลอดภัยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทรห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยายภาคการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่าและสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

Massialas and Cox (1968, p. 9) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรจะมีลักษณะ ดังนี้

1. ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่
2. ปัญหาที่นำมาอภิปรายน่าสนใจที่จะขบคิด และสามารถตัดสินใจได้ ครูมีบทบาทเพียงกระตุ้นให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี
3. ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า บรรยายภาคการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ควรจะมีลักษณะเป็นบรรยายภาคที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียน กับครู และนักเรียนกับนักเรียน ในบรรยายภาคที่ น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนกระตือรือร้นให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ครูมีความเป็นกัลยาณมิตรและใช้การช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน

การเรียนรู้แบบร่วมมือ

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้
 กรมวิชาการ (2544, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันโดยใน กลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีความช่วยเหลือพึ่งพา ซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนร่วม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกใน กลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความหมายตรงกันข้าม กับการเรียนที่เน้นการแข่งขัน (Competitive Learning) และการเรียนตามลำพัง (Individual Learning)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 6) ได้ให้ความหมาย การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอนแบบหนึ่งโดยกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานพร้อมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยทุกคนมีความรับผิดชอบงานของตนเอง และงานส่วนรวมร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์กันและกันมีทักษะการทำงานกลุ่มเพื่อให้งานบรรลุเป้าหมาย ส่งผลให้เกิดความพอใจอันเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มร่วมมือ

ลัดดา สีนางกู (2550, หน้า 40) ให้ความหมายไว้ว่าวิธีการสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือหมายถึงการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถในระดับที่ต่างกันคือความสามารถสูงปานกลางและต่ำตามลำดับร่วมกันทำกิจกรรมการเรียนการสอนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือพึ่งพากันและกันนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมดีขึ้น

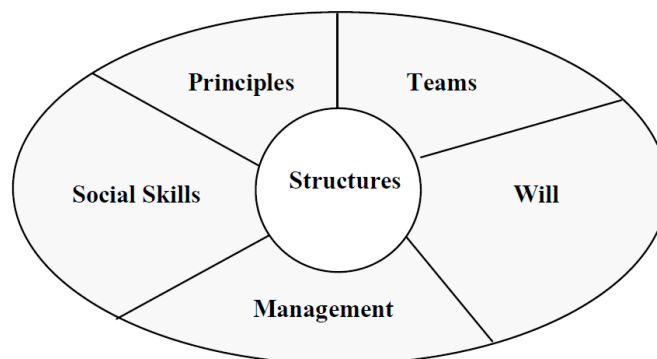
Slavin (1987, p. 4) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอนอีกแบบหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยปกติจะมี 4 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน การทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกหาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ส่วนครั้งที่สอง พิจารณาคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคล การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนร่วมกัน รับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้ บรรลุตามจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกัน นั่นคือการเรียนเป็นกลุ่ม หรือเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในการเรียนรู้ร่วมกัน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2. แนวคิดทฤษฎีที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม นักการศึกษาคนสำคัญที่เผยแพร่

Spencer Kagen (1994 อ้างถึงใน เหนือดวง พูลเพิ่ม, 2560, หน้า 34) นักการศึกษาชาวสหรัฐ ได้ทำการวิจัยและพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างจริงจังมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 และได้เผยแพร่ผลงานอย่างกว้างขวาง ในสหรัฐอเมริกา รวมถึงหลายประเทศในเอเชีย แนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 6 ประการ ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 Teams Will Manage Social Skills and PIES through Structure

ที่มา : Kagan (1994)

จากแผนภูมิแสดงแนวคิดหลักของการเรียนรู้แบบ Cooperative Learning Kagan (1994 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543)

1. Teams หมายถึง การจัดกลุ่มของผู้เรียนที่จะทำงานร่วมกัน กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นดังนี้

1.1 กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน สูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และหญิงชายเท่า ๆ กันในบางกรณีการจัดกลุ่มโดยวิธีอื่น เช่น ในการศึกษาเรื่องลึกเฉพาะ เช่น ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ควรจัดกลุ่มเด็กที่มีความสนใจเหมือนกัน หรือจัดกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เมื่อต้องการทบทวนความรู้

1.2 จัดให้เด็กอยู่ในกลุ่มเดียวกันประมาณ 6 สัปดาห์แล้ว เปลี่ยนจัดกลุ่มใหม่

2. Will หมายถึง ความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของเด็กที่จะร่วมงานกัน เด็กจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและให้คงไว้โดยให้ทำกิจกรรมหลากหลาย โดยวิธีการต่อไปนี้

2.1 Team building การสร้างความมุ่งมั่นของทีมที่จะทำงานร่วมกัน

2.2 Class building การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะช่วยกัน

3. Management หมายถึง การจัดการเพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของผู้สอนและการจัดการของผู้เรียนภายในกลุ่ม ผู้สอนจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบผลสำเร็จ เช่น การควบคุมเวลา การกำหนดสัญญาณให้ผู้เรียนหยุดกิจกรรม ฯลฯ

4. Social Skills เป็นทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. Four Basic Principles (PIES) เป็นหลักการพื้นฐานของ Cooperative Learning ซึ่งจะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ ได้แก่

P = Positive Interdependence ผู้เรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยมีแนวคิดที่ว่าเมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน เพื่อนก็จะได้รับประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละคน

I = Individual Accountability ยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มต่าง ๆ มีความสามารถและมีความสำคัญต่อกลุ่ม แต่ละคนมีส่วนให้การทำงานในกลุ่มสำเร็จ

E = Equal Participation ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน

S = Simultaneous Interaction ทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานในกลุ่ม

6. Structures หมายถึง รูปแบบของกิจกรรมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีหลากหลายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะศึกษา Kagan ได้วิจัยและเสนอไว้หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น

Time-Pair-Share เป็นกิจกรรมจับคู่สลับกันพูดในหัวข้อและในเวลาที่กำหนด เช่น คนละ 1 นาที เมื่อคนหนึ่งพูด อีกคนหนึ่งฟัง แล้วสลับกัน

Round Robin ผู้เรียนในกลุ่มทั้ง 4 คน ผลัดกันพูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนครบทุกคน

Round Table ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในกระดาษแผ่นเดียวกันแล้ววนไปเรื่อย ๆ จนผู้เรียนทุกคนเขียนทั้งหมดแล้วนำมาสรุป

Team-Pair-Solo เป็นกิจกรรมที่ให้แต่ละคนในกลุ่มคิดแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก่อน จากนั้นเปลี่ยนเป็นรวมกันคิดเป็นคู่ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้แบบการแก้ปัญหา ในที่สุดแต่ละคนสามารถแก้ปัญหาทำนองเดียวกันได้

นอกจากรูปแบบกิจกรรมของ Kagan แล้วก็ยังมีรูปแบบกิจกรรมของคนอื่น ๆ ที่น่าสนใจอีก เช่น

จิกซอว์ (Jigsaw) เป็นการมอบหมายให้ตัวแทนของสมาชิกในกลุ่มไปรวมกลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert Group) กลุ่มเชี่ยวชาญนี้จะศึกษาเรื่องย่อยที่แบ่งไว้เป็นตอนในช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม (Home Group) ในที่สุดผู้เรียนทั้งหมดจะเรียนรู้เรื่องทั้งหมดจากเพื่อน นั่นคือผู้เรียนแต่ละคนในหนึ่งกลุ่มได้รับมอบหมายงานเพียงหนึ่งชิ้นย่อย แต่ต้องต่อชิ้นย่อยให้เต็มรูป นั่นคือ ต้องเรียนรู้ทั้งเรื่อง แล้วมีการทดสอบเป็นคะแนนของแต่ละคน

STAD (Student Teams Achievement Division: STAD)

เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาเรื่องโดยย่อให้ผู้เรียนทั้งหมดฟัง แล้วให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามที่กำหนดในกิจกรรม เพื่อศึกษาให้เข้าใจเนื้อหาและการแก้ปัญหาและเตรียมสอบย่อย โดยทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทำเช่นเดียวกัน

ในการเรียนเรื่องต่อไปและพิจารณาคะแนนที่พัฒนาขึ้น หากคะแนนของทีมในแต่ละสัปดาห์ โดยคิดคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มรวมกันเป็นคะแนนของทีม ประกาศคะแนนของทีมรวมทั้งผู้เรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสูง และให้รางวัล จะเห็นว่าในรูปแบบของกิจกรรมที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยรวมมีส่วนร่วมทำงานในกลุ่ม ไม่ว่าจะในรูปแบบใด ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดและต้องมีการปฏิบัติด้วย แล้วจึงแสดงความคิดของตนเองแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม กับเพื่อนต่างกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ จึงทำให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด ทักษะในการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งการจัดการ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้ว กิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ วางแผนจัดกิจกรรม และจัดหาแหล่งข้อมูลที่จะให้เกิดการเรียนรู้รวมทั้งเป็นผู้ขยายความรู้ ความคิดของผู้เรียนให้สมบูรณ์ ผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญหลายประการมากกว่าเป็นผู้สอนอย่างเดียว จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้รูปแบบต่าง ๆ นี้ สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกคนพัฒนาก้าวหน้าขึ้น

3. ลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือไว้ ดังนี้
พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 6) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 6 ข้อ ดังนี้

1. องค์ประกอบของกลุ่มประกอบด้วยผู้นำ สมาชิก และกระบวนการกลุ่ม
2. สมาชิกมีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป
3. กลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนคละกัน เพศคละกัน เชื้อชาติคละกัน
4. สมาชิกทุกคน ต้องมีบทบาทหน้าที่ชัดเจนและทำงานไปพร้อม ๆ กัน รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคละกัน
5. สมาชิกทุก ๆ คน ต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน
6. คะแนนของกลุ่มคือคะแนนที่ได้จากคะแนนสมาชิกแต่ละคนร่วมกัน

Kagan (1994, pp. 1–11) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ ว่าต้องมีโครงสร้างที่ชัดเจนโดยมีแนวคิดสำคัญ 6 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นกลุ่ม (Team) ซึ่งเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ประมาณ 2–6 คน เปิดโอกาสให้ทุกคนร่วมมืออย่างเท่าเทียมกัน ภายในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่แตกต่างกัน
2. มีความตั้งใจ (Willing) เป็นความตั้งใจที่ร่วมมือในการเรียนและทำงาน โดยช่วยเหลือกันและกัน มีการยอมรับซึ่งกันและกัน
3. มีการจัดการ (Management) การจัดการเพื่อให้การทำงานกลุ่มเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ
4. มีทักษะ (Skills) เป็นทักษะทางสังคมรวมทั้งทักษะการสื่อสาร ความหมาย การช่วยสอนและการแก้ปัญหาความขัดแย้ง ซึ่งทักษะเหล่านี้จะช่วยให้สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. มีหลักการสำคัญ 4 ประการ (Basic principles) เป็นตัวบ่งชี้ว่าเป็นการเรียนเป็นกลุ่มหรือการเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบร่วมมือต้องมีหลักการ 4 ประการ ดังนี้

5.1 การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันเชิงบวก (Positive interdependence) การช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกันเพื่อสู่ความสำเร็จและตระหนักว่าความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม

5.2 ความรับผิดชอบรายบุคคล (Individual accountability) ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบในการค้นคว้าทำงาน สมาชิกทุกคนต้องเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนเหมือนกันจึงถือว่าเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

5.3 ความเท่าเทียมกันในการมีส่วนร่วม (Equal participation) ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการทำงาน ซึ่งทำได้โดยกำหนดบทบาทของแต่ละคน

5.4 การมีปฏิสัมพันธ์ไปพร้อม ๆ กัน (Simultaneous interaction) สมาชิกทุกคนจะทำงาน คิด อ่าน ฟัง ฯลฯ ไปพร้อม ๆ กัน

Slavin (1995, pp. 12–111 อ้างถึงใน แวดาว บุญตา, 2558, หน้า 16–17) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. เป้าหมายของกลุ่ม (Group goals) หมายถึงกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน คือ การยอมรับผลงานของกลุ่ม

2. การรับผิดชอบเป็นบุคคล (Individual accountability) หมายถึง ความสำเร็จ ของกลุ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้รายบุคคลของสมาชิกในกลุ่ม และงานพิเศษ ที่ได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลผลของการประเมินรายบุคคล จะมีผลต่อคะแนนความสำเร็จ ของกลุ่ม

3. โอกาสในความสำเร็จเท่าเทียมกัน (Equal opportunities for success) หมายถึง การที่นักเรียนได้รับโอกาสที่จะทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนได้เท่าเทียมกัน

4. การแข่งขันเป็นทีม (Team competition) การเรียนแบบร่วมมือ จะมีการแข่งขันระหว่างทีม ซึ่งหมายถึงการสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นภายในทีม

5. งานพิเศษ (Task specialization) หมายถึง การออกแบบงานย่อย ๆ ของแต่ละกลุ่มให้นักเรียนแต่ละคนรับผิดชอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะเกิดความภูมิใจที่ได้ ช่วยเหลือกลุ่มของคนให้ประสบความสำเร็จลักษณะงานจะเป็นการพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการตรวจสอบความถูกต้อง

6. การดัดแปลงความต้องการของแต่ละบุคคลให้เหมาะสม (Adaptation to individual needs) หมายถึง การเรียนแบบร่วมมือแต่ละประเภทจะมีบาง ประเภทได้ดัดแปลงการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคล

จากการศึกษาลักษณะของการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญ ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่มีการแบ่งสมาชิกเป็นกลุ่ม สมาชิกแต่ละกลุ่ม ความสะดวกสามารถกัน ทำงานร่วมมือกัน แลกเปลี่ยนความรู้ ช่วยเหลือ มีการมอบหมาย และร่วมรับความชอบต่อตนเองและกลุ่ม มีกระบวนการทำงานกลุ่มเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้การทำงานประสบผลสำเร็จ

4. องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 134-135)

1. การมีความสัมพันธ์กันในทางบวก หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่ม มีการทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการแข่งขัน มีการใช้วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกัน มีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน ได้รับผลประโยชน์หรือรางวัล โดยเท่าเทียมกัน

2. การปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างการทำงานกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟัง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกันและกัน

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน เป็นกิจกรรมที่ตรวจเช็คหรือทดสอบให้มั่นใจว่าสมาชิกมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่เพียงใด โดยสามารถที่จะทดสอบเป็นรายบุคคล เช่น การสังเกตการณ์ทำงาน การถามปากเปล่า เป็นต้น

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย เพื่อให้ทีมงานกลุ่มประสบความสำเร็จ ผู้เรียนควรจะได้รับการศึกษาฝึกฝนทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการกลุ่ม เป็นต้น

5. กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผน ประเมินผลงานและปรับปรุงร่วมกัน

Johnson & Johnson (1994, หน้า 58 อ้างถึงใน ขนิษฐา กรกำแหง, 2551, หน้า 27) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 5 ประการ ถ้าขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งจะเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม และไม่ใช้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่

1. การมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการเผชิญหน้า (Face-to-Face-Interaction) เป็นการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มในลักษณะคละกันทั้งเพศ อายุ ความสามารถ ความสนใจ หรืออื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือสนับสนุนซึ่งกันและกันในการทำงานร่วมกัน

2. ความรับผิดชอบเป็นรายบุคคล (Individual Accountability) ผู้เรียนแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบร่วมกันในการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงเป็นหน้าที่ของแต่ละกลุ่มต้องคอยตรวจสอบดูว่าสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้หรือไม่ โดยมีการประเมินว่าทุกคนรู้เรื่องเห็นด้วยหรือไม่กับงานของกลุ่ม อาจมีการสุ่มถามผู้เรียนคนใดคนหนึ่งให้รายงานผลว่าเป็นอย่างไร ซึ่งอาจมีบางคนไม่เข้าใจ ผู้เรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มจะได้ช่วยกันอธิบายจนเข้าใจ จนสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่มสามารถอธิบายได้ทันที เมื่อมีการสอบถามหรือให้รายงาน

3. ทักษะการร่วมมือในสังคม (Cooperative Social Skills) ผู้เรียนต้องใช้ทักษะความร่วมมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสื่อความหมาย การแบ่งปันการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และร่วมมือกัน งานจะบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพถ้าทุกคนไว้วางใจ และยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน

4. ความเป็นอิสระในทางบวก (Positive Interdependence) ผู้เรียนต้องเข้าใจว่าความสำเร็จของแต่ละคนขึ้นอยู่กับความสำเร็จของกลุ่ม งานจะบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยที่ครูต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของงานให้ชัดเจน ตลอดจนกำหนดบทบาทการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้แน่ชัดว่าสมาชิกคนใดมีหน้าที่และความรับผิดชอบอะไรกับงานของกลุ่ม

5. กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) ผู้เรียนต้องช่วยกันประเมินประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม และประเมินว่าสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสามารถปรับปรุงการทำงานของตนเองให้ดีขึ้นได้อย่างไร สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันแสดงความคิดเห็น และตัดสินใจว่างานครั้งต่อไปจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือควรปฏิบัติเช่นเดิมอีก หรือขั้นตอนการทำงานนั้นขั้นตอนใดที่ยังขาดตกบกพร่องและยังไม่ดี และควรมีการปรับปรุงแก้ไขอะไรและอย่างไร

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 122) กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในการให้ผู้เรียนทำงานกลุ่มดังข้อต่อไปนี้

1. มีการพึ่งพาอาศัยกัน (Positive Interdependence) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกัน มีส่วนรับความสำเร็จร่วมกัน ใช้วัสดุอุปกรณ์ร่วมกัน มีบทบาทหน้าที่ทุกคนทั่วกัน ทุกคนมีความรู้สึกว่าจะสำเร็จได้ต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

2. มีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ (Face to Face Promotive Interaction) หมายถึง สมาชิกกลุ่มได้ทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด เช่น แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายความรู้แก่กัน ถามคำถาม ตอบคำถามกันและกัน ด้วยความรู้สึกที่ดีต่อกัน

3. มีการตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะต้องตรวจสอบว่า สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่มหรือไม่ มากน้อยเพียงใด เช่น การสุ่มถามสมาชิกในกลุ่ม สังเกตและบันทึกการทำงานกลุ่ม ให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเรียนรู้ให้เพื่อนฟัง ทดสอบรายบุคคล เป็นต้น

4. มีการฝึกทักษะการช่วยเหลือกันทำงานและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Groups Skills) ผู้เรียนควรได้ฝึกทักษะที่จะช่วยให้ทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น ทักษะการสื่อสาร การยอมรับและช่วยเหลือกัน การวิจารณ์ความคิดเห็น โดยไม่วิจารณ์บุคคล การแก้ปัญหาความขัดแย้ง การให้ความช่วยเหลือและการเอาใจใส่ต่อทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน การทำความรู้จักและไว้วางใจผู้อื่น เป็นต้น

5. มีการฝึกกระบวนการกลุ่ม (Group Process) สมาชิกต้องรับผิดชอบต่อการทำงานของกลุ่ม ต้องสามารถประเมินการทำงานของกลุ่มได้ว่า ประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด ต้องแก้ไขปัญหาที่ใด และอย่างไร เพื่อให้การทำงานกลุ่มมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม เป็นการฝึกกระบวนการกลุ่มอย่างเป็นกระบวนการ

จากองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นมีองค์ประกอบ 5 ประการด้วยกัน คือ

1. มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยสมาชิกแต่ละคนมีเป้าหมายในการทำงานกลุ่มร่วมกัน ซึ่งจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของการทำงานกลุ่ม
2. มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ เป็นการให้สมาชิกได้ร่วมกันทำงานกลุ่มกันอย่างใกล้ชิด โดยการเสนอและแสดงความคิดเห็นกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ด้วยความรู้สึกที่ดีต่อกัน
3. มีความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน หมายความว่า สมาชิกภายในกลุ่มแต่ละคนจะต้องมีความรับผิดชอบในการทำงาน โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความมั่นใจและพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล
4. มีการใช้ทักษะกระบวนการกลุ่มย่อย ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนทักษะเหล่านี้เสียก่อน เพราะเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบผลสำเร็จ เพื่อให้ นักเรียนจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. มีการใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่จะช่วยให้การดำเนินงานกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการวางแผน ปฏิบัติงานและเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน โดยจะต้องดำเนินงานตามแผนตลอดจนประเมินผลและปรับปรุงงาน

5. ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการแสดงออก การทำงานกลุ่ม สิ่งเหล่านี้จะพัฒนาไปสู่การมีลักษณะตามสังคมต้องการ สำหรับเทคนิควิธีการแบบร่วมมือมีความหลากหลายวิธีและในการแบ่งประเภทของการเรียนแบบร่วมมือขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง จากผู้วิจัยได้ศึกษา มีดังนี้

Johnson and Johnson (1991, อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2546, หน้า 143) กล่าวถึงประเภทของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ช่วงเวลาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ในการเรียนแบบร่วมมือเป็นเกณฑ์ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดคาบเรียนหรือตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดคาบเรียนหรือตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ

กฤษทวี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2550, หน้า 86-87) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายเทคนิควิธีการที่ผู้สอน จะพิจารณาใช้รูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา การวัดและการประเมินผลและเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม หากนำเทคนิคการเรียนรู้มาใช้ตลอดคาบเรียน เรียกรู้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) ตัวอย่างเทคนิค ได้แก่ เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI : Group Investigation) เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD : Student Teams Achievement Division) เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) ฯลฯ และเทคนิคที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งตลอดคาบเรียนหรือบางส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น นำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นสรุปกิจกรรม เรียกว่า การเรียนแบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) ตัวอย่าง ได้แก่ เทคนิคร่วมกันคิด (Number Heads Together) เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Round Robin) เทคนิคจุดร่วมในความต่าง (Compare and Contrast) เทคนิคโต๊ะกลม (Round Table) เทคนิคชิ้นส่วนวงกลม (Broken Circle) ฯลฯ

ทิตนา แคมมณี (2550, หน้า 102) ได้อธิบายถึงประเภทของกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยทั่วไปมีอยู่ 3 ประเภท คือ

1. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning Groups) กลุ่มประเภทนี้ ครูจัดขึ้นโดยการวางแผน จัดระเบียบ กฎเกณฑ์ วิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้สาระต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นหลาย ๆ ชั่วโมงติดต่อกันหรือหลายสัปดาห์ติดต่อกัน จนกระทั่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนด

2. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning Groups) กลุ่มประเภทนี้ครูจัดขึ้นเฉพาะกิจเป็นครั้งคราว โดยสอดแทรกอยู่ในการสอนปกติอื่น ๆ โดยเฉพาะการสอนแบบบรรยาย ครูสามารถจัดกลุ่มการเรียนรู้ร่วมกันมานานจนกระทั่งเกิดสัมพันธภาพที่แน่นแฟ้น สมาชิกกลุ่มมีความผูกพัน ห่วงใย ช่วยเหลือกันและกันอย่างต่อเนื่อง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2551, หน้า 45-46) ได้อธิบายถึงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นิยมกันไว้ ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้เวลาสอนตลอดคาบการเรียน หรือตลอดกิจกรรมการเรียนในแต่ละคาบ

2. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นเทคนิคของเคแกนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดกิจกรรมการเรียน การสอนในแต่ละคาบอาจใช้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสรุปกิจกรรม ขั้นทบทวน หรือขั้นใด ๆ ก็ได้ ซึ่ง เคแกน (Kagan) ได้ออกแบบพัฒนาเทคนิคไว้ถึง 52 เทคนิค โดยแต่ละเทคนิคเสนอให้มีสมาชิก 4 คน ต่อ กลุ่ม ซึ่งเป็นขนาดที่พอเหมาะ ตัวอย่าง เช่น

2.1 เทคนิคการพูดเป็นคู่ (Rally Robin) เป็นเทคนิคเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูด ตอบ แสดงความคิดเห็นเป็นคู่ ๆ โดยเปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนใช้เวลาเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น กลุ่มมีสมาชิก 4 คน แบ่งเป็น 2 คู่ คู่หนึ่งประกอบด้วยสมาชิกคนที่ 1 และคนที่ 2 แต่ละคู่จะพูดพร้อม ๆ กันไป โดย 1 พูด 2 ฟัง จากนั้น 2 พูด 1 ฟัง ในเวลาที่กำหนดเช่นกัน

2.2 การเขียนแบบคู่ (Rally Table) เป็นเทคนิคคล้ายกับการพูดเป็นคู่ทุกประการ ต่างกันเพียงการเขียนเป็นคู่เป็นการร่วมมือเป็นคู่ ๆ โดยผลัดกันเขียน หรือวาด (ใช้อุปกรณ์: กระดาษ 2 แผ่น และปากกา 2 ด้ามต่อกลุ่ม)

2.3 การพูดรอบวง (Round Robin) เป็นเทคนิคที่สมาชิกของกลุ่มผลัดกันพูด ตอบ เล่า อธิบาย โดยไม่ใช้การเขียน การวาด และเป็นการพูดที่ผลัดกันทีละคนตามเวลาที่กำหนด จนครบ 4 คน

2.4 การเขียนรอบวง (Round Table) เป็นเทคนิคที่เหมือนกับการพูดรอบวง แตกต่างที่เน้นการเขียน การวาด (ใช้อุปกรณ์: กระดาษ 1 แผ่น และปากกา 1 ด้ามต่อกลุ่ม) วิธีการคือ ผลัดกันเขียนลงในกระดาษที่เตรียมไว้ทีละคนตามเวลาที่กำหนด เทคนิคนี้อาจดัดแปลงให้สมาชิกทุกคนเขียนคำตอบ หรือบันทึกผลการคิดพร้อม ๆ กัน ทั้ง 4 คน ต่างคนต่างเขียนในเวลาที่กำหนด (ใช้อุปกรณ์: กระดาษ 4 แผ่น และปากกา 4 ด้าม) เรียกเทคนิคนี้ว่า การเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous Round Table)

2.5 การแก้ปัญหาด้วยการต่อภาพ (Jigsaw problem Solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกของแต่ละคนคิดคำตอบของตนเองไว้ จากนั้นกลุ่มนำคำตอบของทุก ๆ คนรวมกันแล้วอภิปรายเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

2.6 คิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคโดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของตนหรือของเพื่อนที่เป็นคู่เล่าให้เพื่อน ๆ ทั้งชั้นฟัง

2.7 อภิปรายเป็นคู่ (Pair Discussion) เป็นเทคนิคที่เมื่อผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดโจทย์แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้กันร่วมกันคิดและอภิปรายเป็นคู่

2.8 อภิปรายเป็นทีม (Team Discussion) เป็นเทคนิคที่เมื่อผู้สอนตั้งคำถามแล้วให้สมาชิกของกลุ่มทุก ๆ คนร่วมกันคิด พูด อภิปรายพร้อมกัน

2.9 ทำเป็นกลุ่ม-ทำเป็นคู่-และทำคนเดียว (Team-Pair-Solo) เป็นเทคนิคที่เมื่อผู้สอนกำหนดปัญหาหรือโจทย์หรืองานให้ทำแล้ว สมาชิกจะทำงานร่วมกันทั้งกลุ่ม จนทำงานได้สำเร็จ แล้วถึงขั้นสุดท้ายให้สมาชิกแต่ละคนทำงานคนเดียวจนสำเร็จ

2.10 การเรียงแถว (Line-Ups) เป็นเทคนิคง่าย ๆ โดยให้ผู้เรียนยืนเป็นแถวเรียงลำดับภาพคำ หรือสิ่งที่ผู้สอนกำหนดไว้ เช่น ผู้สอนให้ภาพต่าง ๆ แก่ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนยืนเรียงลำดับภาพขั้นตอนของวงจรชีวิตของแมลง ห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น

2.11 การพูดเป็นคู่ตามเวลาที่กำหนด (Time–Pair–Share)

เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สมาชิกจับคู่ สมาชิกคนที่ 1 พูดในเวลาที่กำหนดเพื่อตอบ โจทย์หรือปัญหาที่กำหนด สมาชิกคนที่ 2 ฟัง จากนั้นสมาชิกคนที่ 2 พูด คนที่ 1 ฟัง การพูดใช้เวลาเท่ากับครั้งแรก

2.12 การทำโครงการเป็นกลุ่ม (Team Project) เป็นเทคนิค

การเรียนรู้ด้วยวิธีโครงการ โดยผู้สอนอาจจะกำหนดวิธีการทำโครงการ กำหนดบทบาท ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ให้ร่วมกันทำโครงการตามมอบหมาย หรืออาจใช้วิธีให้ผู้เรียน ร่วมกันคิดทำโครงการเอง โดยผู้เรียนแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกทุกคนมีบทบาทในการทำงาน

2.13 การหาข้อยุติ (Showdown) เป็นเทคนิคที่ใช้ทบทวนความรู้

วัดความรู้ ซึ่งอาจใช้ได้ทุกขั้นตอนของการสอน โดย

1) สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มเขียนคำถามตามที่ผู้สอนกำหนด ลงในกระดาษของตน จะได้โจทย์คำถามครบตามจำนวนสมาชิกของกลุ่ม

2) ให้สมาชิกรับโจทย์คำถามพร้อมปากกาวางตรงกลางโต๊ะ

3) กำหนดสมาชิกหัวหน้า เริ่มที่สมาชิกคนใดคนหนึ่งก่อนก็ได้

ให้สุมหยิบโจทย์คำถาม

4) สมาชิกทุกคนหยิบปากกา แล้วเขียนคำตอบเพื่อตอบโจทย์ ในกระดาษของตนเอง

5) จากนั้นตรวจคำตอบร่วมกัน ถ้าตอบถูกต้องทุกคนก็ได้ แสดงความชื่นชมกัน ถ้าตอบไม่ถูกต้องให้เปิดหนังสือค้นคว้าหรือถามผู้สอนก็ได้ แล้วแก้ไข ให้ถูกต้องทุกคน

6) จากนั้นหมุนเวียนสมาชิกคนต่อไปเป็นหัวหน้าแล้วจึงดำเนิน กิจกรรมตามข้อ 3-5) ให้ทำเช่นนี้จนสมาชิกทุกคนตอบโจทย์คำถามทุกข้อได้ครบ

2.14 คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดเป็นกลุ่ม (Think–Pair–Square) เป็นเทคนิค

โดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบของตนไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นก็อภิปรายกับสมาชิกในกลุ่ม ของตนก่อน แล้วอาจนำคำตอบเล่าให้เพื่อน ๆ ทั้งชั้นฟัง

2.15 พูดวงกลมซ้อน (Inside–Outside Circle) เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนอาจนั่งหรือยืนเป็นวงกลมซ้อนกัน 2 วง แต่ละวงมีจำนวนกลุ่มเท่ากัน วงในหันหน้าออกวงนอกหันหน้าเข้า หรืออาจนั่งหรือยืนเป็นคู่ก็ได้ ผู้เรียนที่เป็นคู่หรือกลุ่มที่เป็นคู่กันจะพูดหรืออภิปราย หรือนำเสนอผลงานกลุ่มแก่กันและกัน โดยผลัดกันพูด อาจมีการกำหนดเวลาด้วย จากนั้นหมุนเวียนเปลี่ยนคู่หรือกลุ่มใหม่ไปเรื่อย ๆ โดยไม่ซ้ำกัน โดยผู้เรียนวงนอกและวงในเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม เพื่อให้พบสมาชิกไม่ซ้ำกลุ่มเดิม

2.16 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบหมุนเวียน (Rotating Feedback) เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งอาจเป็น ข้อคิดข้อเสนอแนะ ข้อดี ข้อบกพร่อง ต่อผลงานของกลุ่มอื่น ๆ โดยหมุนเวียนไปที่ละกลุ่มจนครบอย่างเป็นระบบ หรืออาจมีกำหนดเวลาให้แต่ละกลุ่มด้วยก็ได้

จากเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือร่วมใจที่กล่าวมา ล้วนเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แต่เนื่องจากเทคนิคเหล่านี้มีลักษณะการจัดกิจกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการใช้เทคนิคใดจึงต้องเลือกใช้ให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ และเหมาะสมกับเนื้อหาวิชานั้นด้วย สรุปจากการศึกษารูปแบบประเภทหรือเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 2 ลักษณะ คือ การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) และการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการสอนควรพัฒนามาจากการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

1. ความหมายของแผนจัดการเรียนรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้หลายท่าน ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2552, หน้า 85) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เขียนไว้ล่วงหน้า ทำให้ผู้สอนมีความพร้อม และมั่นใจว่าสามารถสอนได้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้และดำเนินการสอนได้ราบรื่น

วิกานดา จักรอิศราพงศ์ (2553, หน้า 21) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน และการวัดผลประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้น ของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในห้องเรียน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 216) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

ฤดี เขยเดช (2557, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็น การวางแผนการจัดกิจกรรมเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน โดยมีการวางแผนใช้สื่อการเรียน การวัดผลประเมินผล ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ปัจจุบัน คือหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน ตัวชี้วัดชั้นปี และหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

จากความหมายของนักการศึกษาสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เอกสารของครู ที่มีการวางแผนการจัดกิจกรรมในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เนื้อหา เวลาเรียน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ทราบว่า จะจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อจุดประสงค์ใด ใช้อะไรเป็นสื่อการเรียนการสอน สามารถวัดและประเมินผลอย่างไร

2. ความสำคัญของแผนการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเอกสารที่จะต้องจัดทำขึ้นล่วงหน้าก่อนที่จะจัดการเรียนรู้ ให้กับนักเรียนอย่างเป็นระบบ

กรมวิชาการ (2540, หน้า 125) จำแนกความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนได้มีโอกาสในการพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนดังกล่าวมาแล้วอย่างรอบคอบ อันส่งผลถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ของนักเรียน
2. แผนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนทำขึ้นเอง เป็นการสร้างครูที่ดี เพราะครูผู้สอนมีโอกาสคาดการณ์ล่วงหน้าในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้สอนมีความคิดสร้างสรรค์
3. ทำหน้าที่เปรียบเทียบเสมือนผู้เตือนความจำให้แก่ผู้สอน ช่วยไม่ให้สับสน สามารถสอนได้ตรงตามจุดประสงค์ จัดกิจกรรมได้ตามขั้นตอน ใช้สื่อได้เหมาะสม และมีการวัดและประเมินผลเป็นระยะ ๆ
4. ป้องกันการใช้เวลาว่างอย่างไร้ประโยชน์ การทำแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้สอนคำนึงถึงเวลาที่ต้องใช้ การเตรียมบทเรียนมากเกินไปจนเป็นการยืดเหยียดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ไม่ส่งผลดีต่อการเรียนรู้และเตรียมบทเรียนน้อยไปอาจทำให้ครูผู้สอนทบทวนซ้ำซากจนหมดเวลา
5. ช่วยให้เกิดความมั่นใจในการสอน
6. ช่วยให้การบริหารงานเป็นไปด้วยดี เพราะครูใหญ่และศึกษานิเทศก์ก็มีส่วนในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเป็นข้อมูลในการวางแผนและการนิเทศศึกษา
7. ประโยชน์สำหรับผู้สอนเข้ามาสอนแทนในกรณีที่ครูประจำไม่สามารถทำการสอนได้ แต่ได้เตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า และเก็บไว้ในที่ ๆ เพื่อนครูสามารถหยิบไปใช้ได้
8. เป็นหลักสูตรที่นักเรียนได้เรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 2) ได้กล่าวไว้ว่า การทำแผนการสอนเป็นการส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เนื้อหาวิชา เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดและประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น ทั้งยังช่วยให้ครูมีความมั่นใจในการสอน นักเรียนเกิดความเลื่อมใสศรัทธาในการสอนของครูด้วย

กุกศยา แสงเดชะ (2548, หน้า 153) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ช่วยกำหนดแนวทางการสอนโดยไม่ยึดแบบเรียน ช่วยให้ครูสามารถใช้สื่อการสอนและกิจกรรมที่หลากหลาย
2. ช่วยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ไว้เด่นชัด กิจกรรมของผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ กิจกรรมของครูเป็นส่วนหนึ่งของสื่อการเรียนรู้เท่านั้น
3. ช่วยให้มีการกำหนดสื่อการเรียนรู้ไว้เด่นชัด ครอบคลุมไปถึงสื่อที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ และสื่อประเภทวิธีการ อันหมายถึงกิจกรรมและวิธีสอนของครู
4. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่าการสอนของครูมีการพัฒนา มีเครื่องมือและเอกสารที่เหมาะสม และจำเป็นต่อการประกอบวิชาชีพครู ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นการพัฒนาวิชาชีพและมาตรฐานวิชาชีพได้ด้วย

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 20) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญหลายประการ ดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนย่อมจะสอนด้วยความคล่องแคล่ว เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด การสอนจะดำเนินไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างสมบูรณ์
2. ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป เพราะผู้สอนอย่างมีแผนมีเป้าหมาย และมีทิศทางในการสอน มิใช่สอนอย่างเลื่อนลอย ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจตคติ เกิดทักษะเกิดประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ ทำให้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรทั้งด้านจุดประสงค์ เนื้อหาสาระที่จะสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน และการวัดผลและประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตร

ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย (2558, หน้า 347-348) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดสำคัญ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงการเป็นครูมืออาชีพ มีการเตรียมล่วงหน้าแผนการจัดการเรียนรู้จะสะท้อนให้เห็นถึงการใช้เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และจิตวิทยาการเรียนรู้มาผสมผสานกันหรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนที่ตนเองสอนอยู่
2. แผนการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้สอนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรเทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และวิธีการวัดและประเมินผล
3. แผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ครูผู้สอนและครูที่จะปฏิบัติการสอนแทน สามารถปฏิบัติการสอนแทนได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพ
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นหลักฐานที่แสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญในวิชาชีพครูซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะหรือตำแหน่งได้

จากความสำคัญข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีประโยชน์ต่อครูผู้สอน ช่วยให้ครูผู้สอนเกิดความมั่นใจ ในการจัดการเรียนการสอน เป็นการวางแผนจัดการเรียนรู้เตรียมสื่อ อุปกรณ์การสอนที่เหมาะสม กับผู้เรียน โดยมีการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรเป็นตัวกำหนด แผนการจัดการจัดการเรียนรู้เป็นคู่มือสำหรับผู้สอน และครูผู้สอนแทนได้ แผนการจัดการเรียนรู้ถือเป็นหลักฐานแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง สามารถที่จะนำไปเป็นผลงาน ทางวิชาการและเผยแพร่เป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจได้

3. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

อรทัย มูลคำ และคณะ (2542, หน้า 13-14) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนได้จัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่
2. ช่วยให้การจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน
3. ช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่น
5. ช่วยให้ผู้สอนมีโอกาสเตรียมสื่อการสอนและทดลองใช้ก่อนดำเนินการสอน
6. ช่วยให้มีการประเมินผลการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมกับบทเรียน
7. ช่วยให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์การสอนที่ผ่านไปแล้วว่าประสบผลสำเร็จ หรือมีจุดบกพร่องอย่างไร โดยวิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เขียนไว้ และหาทางปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544, หน้า 3-4) การจัดทำแผนการเรียนรู้เป็นประโยชน์โดยตรงกับครูผู้สอนและตัวผู้เรียน ดังนี้

1. ครูมีโอกาสศึกษาหลักสูตร แนวการสอน การวัดผลประเมินผล รวมทั้งเอกสารหลักสูตรอื่น ๆ ได้อย่างทุกแง่
2. ครูสามารถเตรียมกระบวนการเรียนการสอน ได้สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่า เช่น ปัจจัยเครื่องอำนวยความสะดวกของโรงเรียน ทรัพยากร ค่านิยมและความเชื่อของท้องถิ่น
3. แผนการสอนของครูจะเป็นคู่มือที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับผู้เรียน ระยะเวลาจำนวนคาบ จำนวนชั่วโมง ที่ใช้จริงในแต่ละภาค โดยสรุปก็สามารถสอนได้ครบถ้วนและทันเวลา

4. ครูผู้สอนสามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้อง เทียบตรง แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน เช่น ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ หน่วยงานพิเศษ เป็นต้น

5. ทำให้เกิดความมั่นใจในการสอนมากขึ้น

6. ทำให้บทเรียนมีประโยชน์ และมีความหมายต่อชีวิตจริงของผู้เรียน

7. เพิ่มความศรัทธาในตัวครูในหมู่นักเรียนและผู้ร่วมงาน

8. เป็นแนวทางการสอนสำหรับผู้อื่นที่จำเป็นต้องสอนแทน

9. เป็นหลักฐานในการวัดผลนักเรียน

10. เป็นหลักฐานในการพิจารณาผลงานของครู

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 20) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญหลายประการดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนย่อมจะสอนด้วยความคล่องแคล่ว เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด การสอนจะดำเนินไปสู่จุดหมายปลายทาง อย่างสมบูรณ์

2. ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป เพราะผู้สอนอย่างมีแผนมีเป้าหมาย และมีทิศทางในการสอน มิใช่สอนอย่างเลื่อนลอย ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจตคติ เกิดทักษะ เกิดประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ ทำให้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอน ต้องศึกษาหลักสูตรทั้งด้านจุดประสงค์ เนื้อหาสาระที่จะสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้ สื่อการสอน และการวัดผลและประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตร

4. ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ อย่างรอบคอบในทุกองค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดเวลาเวลา สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดังนั้น เมื่อมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่รอบคอบ และปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ ผลของการสอนย่อมสำเร็จได้ดีกว่าการไม่ได้วางแผนการจัดการเรียนรู้

5. ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไป ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนและเป็นแนวทางในการทบทวนหรือการออกข้อสอบเพื่อวัดผลและประเมินผลผู้เรียนได้ นอกจากนี้ทำให้ผู้สอนมีเอกสารไว้เป็นแนวทางแก่ผู้ที่เข้าสอนในกรณีจำเป็น เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน ทั้งนี้เพราะผู้สอนสอนด้วยความพร้อม เป็นความพร้อมทั้งทางด้านจิตใจ คือ ความมั่นใจในการสอน และความพร้อมทางด้านวัตถุ คือ การที่ผู้สอนได้เตรียมเอกสาร หรือสิ่งการสอนไว้อย่างพร้อมเพรียง เมื่อผู้สอนมีความพร้อมในการสอน ย่อมสอนด้วยความกระฉับกระเฉง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในบทเรียน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

สงบ ลักษณะ (2533, หน้า 1 อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 51) ได้อธิบายไว้ว่า ผลดีของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการจัดการเรียนรู้ วิธีเรียนที่มีความหมายมากขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง
2. ช่วยให้ครูมีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ทำด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และจัดการเรียนรู้ได้ทันเวลา
3. เป็นผลงานทางวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้
4. ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูผู้จัดการเรียนรู้แทน ในกรณีที่ผู้จัดการเรียนรู้ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ได้เอง สรุปได้ว่า การวางแผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก คือ ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

ศิริวรรณ วณิชวัฒน์นรชัย (2558, หน้า 347-348) ได้อธิบายไว้ว่า
แผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดสำคัญ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงการเป็นครूमืออาชีพ มีการเตรียมล่วงหน้า แผนการจัดการเรียนรู้จะสะท้อนให้เห็นถึงการใช้เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และจิตวิทยาการเรียนรู้มาผสมผสานกันหรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนที่ตนเองสอนอยู่
2. แผนการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้สอนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และวิธีการวัดและประเมินผล
3. แผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ครูผู้สอนและครูที่จะปฏิบัติการสอนแทน สามารถปฏิบัติการสอนแทนได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพ
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นหลักฐานที่แสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญในวิชาชีพครู ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะหรือตำแหน่งได้

4. หลักในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมิกิจกรรมการเรียนรู้ที่เข้าลักษณะ

4 ประการ คือ

1. มิกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริม หรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการเป็นไปตามความมุ่งหมาย
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทจากผู้บอกคำตอบมาเป็นผู้คอยกระตุ้น ด้วยคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง
3. เน้นทักษะกระบวนการ มุ่งให้ผู้เรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริง
4. ส่งเสริมการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอุปกรณ์สำเร็จราคาสูง

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549, หน้า 59) ได้กล่าวถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน (ในการสอนเรื่องนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติอะไร หรือด้านใด)
2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจนและนำไปสู่ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง (ระบุบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไร จึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล)
3. กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน (จะใช้สื่อ อุปกรณ์ หรือแหล่งเรียนรู้ อะไรช่วยบ้าง และจะใช้อย่างไร)
4. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน (จะให้วิธีการและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลใด เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้)
5. ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ (ในกรณีที่มีปัญหาเมื่อมีการนำไปใช้ หรือไม่สามารถกำหนดการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้)
6. มีความทันสมัย ทันทต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่
7. แปลความได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้น จะต้องสื่อความหมายได้ตรงกัน เขียนให้อ่านเข้าใจง่าย กรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ได้
8. มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะสะท้อนให้เห็นการบูรณาองค์รวมของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน
9. มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้ใน ชีวิตจริงกับการเรียนในเรื่องต่อไป

การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงหลักในการเขียนว่าจะต้องเขียนอะไร เขียนอย่างไร และเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายในการนำไปใช้ศึกษา หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้อตามแนวทางในการสอนผู้เรียน ควรคำนึงถึงรายละเอียด ดังนี้

1. ควรเขียนให้ชัดเจน แจ่มแจ้งในทุกหัวข้อ เพื่อให้ความกระจ่างแก่ผู้อ่าน มีรายละเอียดพอสมควร ไม่ย่อหย่อนและไม่ละเอียดเกินไป

2. ใช้ภาษาเขียนที่สื่อความหมายให้เข้าใจได้ตรงกัน เป็นประโยคที่ได้ใจความ ไม่ใช่ความไม่ยืดยาว เยิ่นเย้อ

3. เขียนทุกหัวข้อเรื่องให้สอดคล้องกัน

4. สาระสำคัญต้องสอดคล้องกับเนื้อหา

5. จุดประสงค์ต้องสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมและการวัดผล

6. สื่อการสอนต้องสอดคล้องกับกิจกรรมและการวัดผล

7. เขียนให้เป็นลำดับขั้นตอนก่อนหลังในทุกหัวข้อ

8. เขียนหัวข้อให้ถูกต้องชัดเจน เช่น จุดประสงค์ต้องเขียนให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

9. จัดเนื้อหากิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด

10. คิดกิจกรรมที่น่าสนใจอยู่เสมอ

11. เขียนให้เป็นระเบียบ ง่ายแก่การอ่าน และสะอาดชวนอ่าน

12. เขียนในสิ่งที่สามารถปฏิบัติได้จริงและสอนตามแผนที่วางไว้

จากหลักการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ต้องวางแผนล่วงหน้าก่อนการเรียนการสอน โดยศึกษาเนื้อหาที่จะเขียนให้ละเอียดและตามลำดับขั้นตอน แบ่งหน่วยเนื้อหาอย่างแบ่งเวลาที่ใช้การสอนทุกหัวข้อมีความสอดคล้องกัน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย รวมทั้งต้องมีการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

5. องค์ประกอบและรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควรตระหนักถึงเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเขียนตามลำดับองค์ประกอบและหากขาดองค์ประกอบใดก็มิอาจทำให้แผนการจัดการเรียนรู้นั้นสมบูรณ์ เมื่อพิจารณาแล้วการศึกษา วิเคราะห์ องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

สุวิทย์ มูลคำ (2551, หน้า 63) ได้สรุปถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนว่า เป็นแผนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ ใช้กับผู้เรียนระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ
ประกอบด้วย

1. สาระ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. ตัวชี้วัด
4. สาระสำคัญ
5. จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 5.1 จุดประสงค์ปลายทาง
 - 5.2 จุดประสงค์นำทาง
6. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา
7. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้
8. สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้
 - 8.1 วิธีการประเมิน
 - 8.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
 - 8.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
9. เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
10. บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประกอบด้วยบันทึกผลการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไข กิจกรรมเสนอแนะและข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการนำไปใช้ต่อไปอีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน เช่น ใบงาน ใบความรู้ แบบทดสอบ แบบประเมินต่าง ๆ เป็นต้น เอกกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ (2552, หน้า 87) แผนโดยทั่วไป จะมี 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1. สาระสำคัญ เป็นการเขียนในลักษณะเป็นความคิดรวบยอด หรือ Concept

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนในลักษณะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทุกพฤติกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ แล้วบรรลุ ผลตามวัตถุประสงค์ตัวชี้วัด และมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วย

3. สาระการเรียนรู้ เป็นการเขียนเนื้อหาสาระในลักษณะเป็นประเด็นสำคัญสั้น ๆ สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนรู้ ระบุวิธีสอน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการสอนที่หลากหลาย เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบถ้วนบรรลุ วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ เมื่อเรียนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบถ้วนตามเป้าหมายการเรียนรู้ ของตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติในแต่ละรายชั่วโมงอย่างชัดเจน

5. สื่อ แหล่งการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะกำหนด สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน มีใบความรู้ ใบงาน แบบฝึก ทักษะการเรียนรู้เอกสารเพิ่มเติมสำหรับผู้สอนตามความเหมาะสมและบอกแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญที่จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

6. การวัดและประเมินผล ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จะระบุ รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง การวัดและประเมินผล ทุกแผนการจัดการเรียนรู้จะระบุ รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง การวัดและประเมินผล คือ หลักฐานการเรียนรู้ ร่องรอยการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล เครื่องมือในการวัดและประเมินผล

7. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ เป็นการบันทึกผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ ให้บรรลุเป้าหมายสรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่ง การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลหลังสอน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, หน้า 342) ได้ให้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่สอนและสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. สาระการเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

5. สื่อการเรียนการสอน

6. วัดผลประเมินผล

ดังนั้น องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงเป็นการวางแนวทางและเขียนไว้ เพื่อแสดงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะจัดขึ้นตามบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลหลังสอน

6. การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

6.1 ความสำคัญของการหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพมีคุณค่า จะสามารถช่วยให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอน เนื่องจากสามารถนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขให้เกิดประสิทธิภาพ และมีนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2536, หน้า 50-51 อ้างถึงใน สุวิทย์ เขาแก้ว, 2551, หน้า 45-46) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับผู้ผลิตแผนการจัดการเรียนรู้ จะพึงพอใจว่าหากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ถึงระดับนั้นแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ การประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมการเรียน ว่า กระบวนการ (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยการพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่สอน คาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของผลคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานที่ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 หรือ 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528, หน้า 231) กล่าวถึงความสำคัญของการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่ผลิตได้ว่า สื่อการสอนที่ผลิตได้แล้วจำเป็นต้องนำไปทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อเพื่อเป็นหลักประกันว่า สื่อนั้นมีประสิทธิผลในการเรียนการสอนโดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อสำหรับการพิจารณา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อการสอนที่แตกต่างกัน ประสิทธิภาพที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแตกต่างกัน ฉะนั้นการนำแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อการสอนมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ จึงจำเป็นต้องพัฒนาให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด

6.2 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528, หน้า 232) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ แผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อการสอนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ ก่อนนำไปทดลองใช้จริง เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข จึงดำเนินการผลิตเพื่อใช้สอนในชั้นเรียนตามปกติได้ การทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. ทดลองกับผู้เรียนรายบุคคล (แบบ 1 : 1) โดยใช้กับผู้เรียน 1 คน ซึ่งมีระดับความรู้ความสามารถทางการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม (แบบ 1 : 10) ใช้กับผู้เรียนตั้งแต่ 6-10 คน ซึ่งมีระดับความรู้ความสามารถทางการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. ทดลองภาคสนาม (แบบ 1 : 100) เป็นการทดลองกับผู้เรียน ทั้งชั้น ประมาณ 40-100 คน ซึ่งมีระดับความรู้ความสามารถทางการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อ แล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือต่ำได้ไม่เกิน 2.5%

สรุปได้ว่าการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อที่สร้างขึ้น โดยมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นมาสำหรับทดสอบทำให้ทราบได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อนั้น เป็นไปตามจุดประสงค์ที่สร้างขึ้น

6.3 เกณฑ์การหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

เกณฑ์การวัดเพื่อหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้นั้น เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของการทำแบบทดสอบหลังเรียน คือ E_1/E_2

โดยประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ผลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากได้เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 โดย 75 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ซึ่งได้จากการทำกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 7 แผน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป 75 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการประเมินความเหมาะสม

ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของแผน การเรียนรู้ ในด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ได้แก่ ผลการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียน การสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ระบุ เกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 75/75

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต จากการศึกษา มีนักการศึกษา นักจิตวิทยาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 251) ให้ความหมายคำว่า “คิด” หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจใคร่ครวญ ไตร่ตรอง คัดคะเน คำนวณ มุ่ง จงใจ ตั้งใจ ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” มีความหมายว่า ใคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้น คำว่าคิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการใคร่ครวญ ตรึกตรองอย่างละเอียดรอบคอบแยกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลโดยหาจุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ และเสนอแนะ สิ่งที่เหมาะสมอย่างมีความเป็นธรรมและเป็นไปได้ ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการคิดวิเคราะห์ จึงสามารถกระทำได้ โดยการฝึกทักษะการคิดและให้นักเรียนมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ สามารถเสนอความคิดของตนและอภิปรายร่วมกันในกลุ่มอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยครูและนักเรียนต่างยอมรับเหตุผลและความคิดของแต่ละคน โดยเชื่อว่าไม่มีคำตอบ ที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

วุฒิไกร เทียงดี (2549, หน้า 11) ความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถของสมองในการจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ เพื่อค้นหา ว่าสิ่งนั้น ๆ มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ (2556, หน้า 53-54) สรุปความหมายของการคิด วิเคราะห์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะ ข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็น ส่วนย่อย และจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ ขององค์ประกอบนั้น ๆ

รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ จนได้ความคิดนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนาย หรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

พิชญา กันธิยะ (2559, หน้า 22) สรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา ใคร่ครวญ เหตุการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ อย่างรอบคอบโดยจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็นรวมทั้งหาความสัมพันธ์และ เชื่อมโยงขององค์ประกอบย่อย เพื่อการตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ การทำนายหรือสรุป อย่างสมเหตุสมผล

Marzano (2001, อ้างถึงใน พิชญา กันธิยะ, 2559, หน้า 21) ให้ความหมาย การคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ (Analysis) ตามแนวคิดใหม่นี้เป็นความสามารถ ในการใช้เหตุผล และความละเอียดถี่ถ้วนในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ มีกระบวนการ ย่อย 5 ประการ ได้แก่ 1) การจำแนก 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การวิเคราะห์ข้อเหตุผล 4) การประยุกต์ใช้ และ 5) การทำนาย

Bloom (1956, p. 48) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ประกอบด้วยอะไร มีสาระความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และเป็นอย่างนั้น อาศัยหลักการอะไร

Good (1973, p. 680) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิด อย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็น ไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้ อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

จากการศึกษาความหมายของการคิดวิเคราะห์จากเอกสาร งานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในทำความเข้าใจ แยกแยะ เหตุการณ์ สร้างข้อสรุป และอธิบายความสัมพันธ์ อย่างมีหลักการอย่างไร นำไปสู่ การตัดสินใจการพิจารณาข้อมูล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแบบ การคิดวิเคราะห์ของ บลูม ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

Bloom (1956, pp. 6–9) จำแนกพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ จำแนกออกเป็น

1.1 การวิเคราะห์ชนิด หมายถึง ความสามารถในการจำแนกบอกชนิด ลักษณะ ประเภท ของบรรดาข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์และหลักการใหม่ที่เรากำหนดให้

1.2 การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ให้จับความสำคัญที่เป็นเนื้อหาสาระและแก่นสารของเรื่องราว วิเคราะห์หาผลลัพธ์ผลสรุป ความเด่นที่มีคุณค่า และความด้อยที่ไร้สาระ หรือสิ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อเรื่องราวนั้น ในทางใดทางหนึ่ง

1.3 การวิเคราะห์เลศนัย หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาเจตนา ความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างคุณลักษณะสำคัญใด ๆ ของบรรดาเรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ เช่น โคลง กลอน บทความ ฯลฯ

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาโครงสร้างและระบบของบรรดาเรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันโดยมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง หรือมีอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง จำแนกเป็น

3.1 การวิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงสิ่งย่อย ๆ เหล่านั้นเข้าเป็นเอกกรุปเดียวกัน

3.2 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ายึดถืออะไรเป็นหลักการและเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

Marzano (2001, pp. 30–60) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ ประกอบด้วย ความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ประเภทของความรู้ ได้แก่

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุและผล เฉพาะเรื่องและหลักการ
2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้
3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำมเนื้อจากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น

กระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลมี 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่ และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้โดยเข้าใจประเด็นสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ การจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้ และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐาน และการทดลองสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับ ติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ชั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อ
ภาวะการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้ รวมทั้งความตระหนัก
ในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

ชั้นการคิดวิเคราะห์ของ มาร์ซาโน (Marzano, 2001) จำแนกเป็น

1. ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ
ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราวสิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถ
บอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท
จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะ
หรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3. ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยง
ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ทักษะการสรุปความ เป็นความสามารถในการจับประเด็นและ
สรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้

5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการและ
ทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ
คาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

ตาราง 2 เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom)

และมาร์ซาโน (Marzano)

| บลูม (Bloom) | มาร์ซาโน (Marzano) |
|--------------------------|--------------------|
| 1. วิเคราะห์ความสำคัญ | 1. การจำแนก |
| | 2. การจัดหมวดหมู่ |
| 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 3. การเชื่อมโยง |
| 3. วิเคราะห์หลักการ | 4. การสรุปความ |
| | 5. การประยุกต์ |

การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม จำแนกพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ได้ 3 แนวทาง คือ 1) วิเคราะห์ความสำคัญ 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) วิเคราะห์หลักการ ส่วนมาร์ซาโน จำแนกออกเป็น 5 แนวทาง คือ 1) การจำแนก 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การเชื่อมโยง 4) การสรุปความ และ 5) การประยุกต์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยอาศัยแนวคิดตามหลักการของบลูม ในการนำได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาแนวทางในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน 3 ด้าน คือ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

3. เทคนิคการฝึกคิดวิเคราะห์

ชาตรี สำราญ (2548, หน้า 40-41) ได้กล่าวถึง เทคนิคการปูพื้นฐาน ให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ได้ สามารถสรุปรายละเอียด ดังนี้

1. ครูจะต้องฝึกให้เด็กหัดคิดตั้งคำถาม โดยยึดหลักสากลของคำถาม คือ ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร เพราะเหตุใด อย่างไร โดยการนำสถานการณ์มาให้เด็กฝึกค้นคว้าจากเอกสารที่ใกล้ตัว หรือสิ่งแวดล้อม เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามเอง โดยสอนวิธีตั้งคำถามแบบวิเคราะห์ในเบื้องต้น ฝึกทำบ่อย ๆ นักเรียนจะฝึกได้เอง

2. ฝึกหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล โดยอาศัยคำถามเจาะลึกเข้าไป โดยใช้คำถามที่ชี้ไปถึงเหตุและผลกระทบที่จะเกิด ฝึกจากการตอบคำถามง่าย ๆ ที่ใกล้ตัวนักเรียน จะช่วยให้เด็ก ๆ นำตัวเองเชื่อมโยงกับเหตุการณ์เหล่านั้นได้ดี ที่สำคัญครูจะต้องกระตุ้น ด้วยคำถามย่อยให้นักเรียนได้คิดบ่อย ๆ จนเป็นนิสัย เป็นคนช่างคิด ช่างถาม ช่างสงสัย ก่อน แล้วพฤติกรรมการศึกษาวิเคราะห์ก็จะเกิดขึ้นแก่นักเรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2548, หน้า 19-21) ได้กล่าวถึงเทคนิคการวิเคราะห์ไว้ ดังนี้ การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เน้นคิดเชิงลึกจากเหตุไปสู่ผลเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล เชิงเงื่อนไข การจัดลำดับความสำคัญ และเชิงเปรียบเทียบ แต่เทคนิคที่ง่าย คือ 5W1H เป็นที่นิยมใช้คำตอบ What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) How (อย่างไร) ชัดเจนในแต่ละเรื่อง ทำให้เกิดความครบถ้วน สมบูรณ์ นิยมใช้เทคนิคคำถามในช่วงต้นหรือช่วงเริ่มต้น การคิดวิเคราะห์

นอกจากนี้ ไพรินท์ เหมบุตร (2549, หน้า 3-4) ได้บอกวิธีการและขั้นตอนในการฝึกคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
2. กำหนดวัตถุประสงค์/เป้าหมายของการคิดวิเคราะห์
3. แยกแยะแจกแจงรายละเอียดสิ่งของที่ต้องการวิเคราะห์
4. ตรวจสอบโครงสร้างหรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบใหญ่

และย่อย

5. นำเสนอข้อมูลการคิดวิเคราะห์
6. นำผลมาวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ตามเป้าหมาย

วีระ สุตสังข์ (2550, หน้า 9-13) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการคิดสามารถฝึกสมองให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ให้พัฒนาขึ้น สามารถฝึกตามขั้นตอนได้ ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์
2. กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นสงสัยจากปัญหาหรือสิ่งที่วิเคราะห์ อาจจะเป็นคำถามหรือกำหนดวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือความสำคัญ
3. กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เพื่อใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน
4. กำหนดการพิจารณาแยกแยะ เป็นการกำหนดการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะ และกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5W1H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)
5. สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

จากการศึกษาเทคนิคการฝึกคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การฝึกคิดวิเคราะห์สามารถทำได้โดยต้องกำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ กำหนดปัญหา กำหนดหลักเกณฑ์พิจารณาแยกแยะ และสรุปผล

4. องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, หน้า 52) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม
2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับ การคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5W1H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไร เป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไรมีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขปัญหาวางอย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขาทำสิ่งนี้ได้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

เสงี่ยม ไตรรัตน์ (2546, หน้า 28) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะ ในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการชี้นำพฤติกรรม ดังนั้น การคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้น แต่การคิดวิเคราะห์ จะต้องเกี่ยวกับ การใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้อง มีทักษะที่ คำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 17) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับแยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนด ให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะ ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่ กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญ เพื่อหาข้อสรุป

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย สิ่งที่จะทำการวิเคราะห์ เรื่องที่จะวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้หรือหลักการความเข้าใจในเรื่องนั้น หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เพื่อหาข้อสรุป

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

บุญมั่น ธนาศุภวัฒน์ (2547, หน้า 158) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติทางบวกของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรมที่เขาทำซึ่งเป็นผลให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงานมีขวัญและกำลังใจในการทำงาน สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การ

จรัส โพธิ์จันทร์ (2553, หน้า 17) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อหน่วยงาน ซึ่งอาจเป็นความรู้สึกในทางบวก ทางเป็นกลาง หรือทางลบ ความรู้สึกเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติหน้าที่ กล่าวคือ หากความรู้สึกโน้มเอียงไปในทางบวก การปฏิบัติหน้าที่จะมีประสิทธิภาพสูง แต่หากความรู้สึกโน้มเอียงไปในทางลบการปฏิบัติหน้าที่จะมีประสิทธิภาพต่ำ

สุदारัตน์ อะหลีแอ (2558, หน้า 48) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจว่าหมายถึง ความรู้สึกดี ความชอบ และการให้คุณค่าของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ ผู้สอน ความพร้อมและบรรยากาศของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมแล้วประสบผลสำเร็จตามความต้องการของผู้เรียน

พิชญา กันธิยะ (2559, หน้า 22) สรุปความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง ทำที่ความรู้สึก หรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้นแต่หากความต้องการไม่ได้รับการตอบสนองก็จะกลายเป็นความไม่พึงพอใจหรือทัศนคติที่ไม่ดี

Good (1973, p. 161) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

Philip Kotler (2003, p. 7) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ คือ ระดับความรู้สึกของบุคคลว่ารู้สึกพอใจ ถูกใจ หรือผิดหวัง อันเป็นผลมาจากการเปรียบเทียบระหว่างผลงานที่ได้รับรู้จากสินค้าหรือบริการกับความคาดหวังของบุคคลนั้น ๆ ดังนั้นระดับความพึงพอใจจะสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างผลงานที่ได้รับรู้ความคาดหวัง

จากความหมายของความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือเจตคติในทางบวก ความรู้สึกที่ทำให้เกิดความสุข มีความชอบใจ ความพอใจ ถูกใจ ต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

2. การวัดระดับความพึงพอใจ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการวัดระดับความพึงพอใจ ว่าสามารถกระทำได้หลายวิธี ต่อไปนี้

สาโรช ไสยสมบัติ (2534, หน้า 39) ได้กล่าวถึงการวัดระดับความพึงพอใจสามารถทำได้โดยวิธีการต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัย เทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง

3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้ง ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรมและหลังการปฏิบัติกิจกรรมจะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้สามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้การวัดนั้น มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ

หทัยรัตน์ ประทุมสูตร (2542, หน้า 14) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจ เป็นเรื่องที่เปรียบกับความเข้าใจทั่ว ๆ ไป ซึ่งปกติจะวัดได้โดยการสอบถามจากบุคคลที่ต้องการถาม มีเครื่องมือที่ต้องการจะใช้ในงานวิจัยหลาย ๆ อย่าง อย่างไรก็ดี ถึงแม้

จะมีการวัดอยู่หลายแนวทางการศึกษาความพึงพอใจอาจแยกแนวทางการวัดได้ 2 แนวคิดตามความเห็นของ ซาลีซ นิคส์ คริสเทนส์ กล่าวคือ

1. วัดจากสภาพทั้งหมดของแต่ละบุคคล เช่น ที่ทำงาน ที่บ้านและทุก ๆ อย่างที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตการศึกษาตามแนวทางนี้จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ แต่ทำให้เกิดความยุ่งยากกับการที่ จะวัดและเปรียบเทียบ

2. วัดโดยแยกออกเป็นองค์ประกอบ เช่น องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการนิเทศงาน เกี่ยวกับนายจ้าง

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ์ (2547, หน้า 294-306) กล่าวถึงมาตรวัดทัศนคติ (Attitude Scale) ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจ เรียกว่ามาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งในการวัดทัศนคติหรือความรู้สึกนึกคิดของคนเราต่อสิ่งหนึ่งเราต้องเสนอข้อความแสดงทัศนคติต่อสิ่งนั้น ๆ หลาย ๆ ข้อความให้ผู้รับการทดสอบประเมินค่าแต่ละข้อความ ถือเป็น 1 มาตรา แล้วนำ คะแนนจากมาตราต่าง ๆ มารวมเป็นคะแนนรวม และยึดคะแนนนี้เป็นหลักในการตีความ เนื่องจากถือว่าข้อความต่าง ๆ ก็วัดจากทัศนคติต่อสิ่งเดียวกัน การที่ต้องมีข้อความหลายข้อความเพื่อให้ได้ความเที่ยงน่าเชื่อถือมากขึ้น เครื่องมือวัดทัศนคติที่นิยมใช้และรู้จักกันแพร่หลายมี 4 ชนิด ได้แก่ มาตรวัดแบบเทอร์สตัน (Thurstone Type Scale) และมาตรวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) มาตรวัดแบบกัตต์แมน (Guttman Scale) และมาตรวัดของออสกู๊ด (Osgood Scale)

เชดคักดี โฆวาลินธุ์ (2549, หน้า 84) กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นในการวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การศึกษาความพึงพอใจ เป็นการศึกษาความคิดเห็นและความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยก็เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ไม่เปลี่ยนแปลงไป ในช่วงเวลาหนึ่ง

2. ความพึงพอใจไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง ดังนั้น การวัดความพึงพอใจ จึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออก หรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

3. การศึกษาความพึงพอใจของมนุษย์นั้นไม่ใช่สนใจเฉพาะทิศทางของความพึงพอใจของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของความพึงพอใจ

โยธิน แสงวงศ์ (2551, หน้า 9) กล่าวว่า มาตรการวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร และการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จากการวัดความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามแสดงความคิดเห็น การใช้แบบสำรวจความรู้สึก ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยมีระดับความความพึงพอใจ ดังนี้

- 5 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
- 3 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

อรุณญา สถิตไพบุลย์ (2550, หน้า 99-100) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดในการเรียนและจดจำเนื้อหาได้ดี และคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้การสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง สนใจในการเรียนกล้าแสดงออกและ

ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการช่วยเหลือกันเรียนรู้ สร้างโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

ศรัณยูทธ วิริยสถิตยกุล (2553, หน้า 18) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.33 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์คิดเป็น ร้อยละ 82.76 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.52 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 75.86 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2554, หน้า 76) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 6) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ละมัย วงคำแก้ว (2555, หน้า 158-159) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.01/83.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-Way MANOVA) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีแรงจูงใจ

ณภาพร จันทร์ดวง (2557, หน้า 81-88) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก มีประสิทธิภาพ 83.39/92.56 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด

พิสิฏ์ นิลศิริ (2558, หน้า 69) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 83.59/80.06 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคงทนในการเรียนรู้ต่อการเรียน

น้ำผึ้ง เสนตี (2560, หน้า 158-159) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏ ดังนี้ 1) แผนการจัดการ การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.10/77.14 2) การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดการ การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ อยู่ในระดับมาก

อับดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 97-101) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมดุลเคมี ที่มีต่อ แบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานา นุกูล จังหวัดปัตตานี ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลอง ทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีครั้งที่ 1-5 ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ และพบว่าคะแนนเฉลี่ย แบบจำลองทางความคิดในแต่ละครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นครั้งที่ 3 กับ 5 และครั้งที่ 4 กับ 5 ส่วนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ผู้วิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) อยู่ในระดับมากที่สุด

สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์ (2561, หน้า 27-28) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (5E) และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ห้วยยอด จังหวัดตรัง พบว่าทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (5E) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.29$ และ S.D. = 0.78)

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Collins (1990, p. 2783–A อ้างถึงใน ศรารัตน์ มุลอามาตย์, 2554, หน้า 42) ได้ศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนไฮสคูลปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยใช้ไอคิวและเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย 4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที เนื้อหาที่ใช้ในการอภิปรายนั้นเป็นเนื้อหาทางตรรกวิทยา และทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะตลอดจัดเวลาประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เช่น จัดภาพยนตร์และ ตั้งปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Campbell (2006, Abstract) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความคิดในการบังคับและ การสลับไพล สำหรับนักเรียนเกรด 5 โดยการใช้การเรียนรู้แบบ 5E และการใช้คำถามหลัก และเพื่อชี้ให้เห็นความเข้าใจของนักเรียนในกรอบความคิดแบบบังคับและสลับไพล ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ของนักเรียนในกรอบความคิดแบบบังคับกับการสลับไพลหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แต่ขาดความเข้าใจในเอกสารและการสัมภาษณ์

Wu and Hsieh (2006, pp. 1289–1313) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการสืบเสาะ เพื่อสร้างคำอธิบายโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบทักษะการหาสาเหตุ การหาความสัมพันธ์ และ เพื่ออธิบายกระบวนการทางเหตุผลโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายและทำการหาค่าเฉลี่ย ของคะแนนก่อนเรียนหลังเรียนของนักเรียน จำนวน 58 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน ที่ได้เรียนแบบสืบเสาะเป็นฐาน มีทักษะการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างคำอธิบาย ด้วยกระบวนการทางเหตุผลได้เป็นอย่างดี

Johnson (2008, pp. 89–99) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียนขนาดกลาง โดยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง กรณีศึกษาการเรียนรู้แบบร่วมมือในโรงเรียนขนาดกลาง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ การใช้แบบสำรวจจากประชากรที่เป็นครูผู้สอนในโรงเรียนขนาดกลาง และสุ่มตัวอย่างครูโดยการสัมภาษณ์อีกจำนวน 10 คน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลในเชิงบวกต่อระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนในโรงเรียนขนาดกลาง

Wilder, Melinda, Shuttleworth & Phillis (2004, p. 37 อ้างถึงใน ปิยนุช บัวพัฒน์, 2556, หน้า 66) ได้ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es เพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ พบว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จจากการดำเนินการที่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเป็นผู้สนใจในสิ่งที่เรียนรู้ จักการสืบเสาะ สามารถให้คำอธิบายจากประสบการณ์การเรียนรู้ ขยายความรู้และได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาและประถมศึกษา

Greenstein (2010, p. 145) ได้ศึกษาการส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาผลสะท้อนของแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ภายในระหว่างเพื่อน พบว่านักเรียนที่เข้าร่วมวิจัย โดยทั่วไปมีส่วนร่วมเพิ่มขึ้นในการพัฒนา ผลสะท้อนของแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ภายในระหว่างกลุ่มเพื่อน

Vilardi (2013, Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่องการตรวจสอบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องปฏิบัติการและความสำเร็จของกิจกรรมการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามมาตรฐานของโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตชานเมือง โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและความคงทนในการสอบวัดมาตรฐานระหว่างนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมทดลองแบบดั้งเดิม กับห้องที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีความแตกต่างกันหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมของห้องปฏิบัติการของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีทักษะการคิดและความเข้าใจระดับที่สูงขึ้นกว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมในห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิมและพบว่าคะแนนห้องที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าแบบดั้งเดิม นักเรียนชอบกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้พวกเขาพบว่าพวกเขาสนุก ทำท่ายและเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้เนื้อหา ครูชอบสอนห้องปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้

และระบุว่าพวกเขาจะยังคงใช้กิจกรรมเหล่านี้ร่วมกับห้องสืบเสาะหาความรู้อื่น ๆ ต่อไป
ในอนาคต

จากงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การนำรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้
เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรียนรู้มากขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับ
มากขึ้นไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งทุกห้องเรียนจัดคณะความสามารถเหมือน ๆ กัน รวมนักเรียนทั้งหมด 49 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 รวมนักเรียน 25 คน โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ทดลองในการวิจัยครั้งนี้ คือ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรม

การเรียนรู้

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1.1.1 ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู ตำราและเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ

2.1.1.2 ศึกษาวิธีการ หลักการ ทฤษฎีและเทคนิคการสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1.3 ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.1.1.4 แบ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ออกเป็น แผนกิจกรรม การเรียนรู้ จำนวน 7 แผน เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ทดลอง 18 ชั่วโมง ดังตาราง 3

ตาราง 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง/ ผลการเรียนรู้/เวลาที่ดำเนินการทดลอง

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | ผลการเรียนรู้ | เวลาเรียน (ช.ม.) |
|--|---|------------------|
| 1. การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง | 1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้า ของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตจนถึงปัจจุบันเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง | 3 |
| 2. โครงสร้างของ คลอโรพลาสต์ และสารสี ในปฏิกิริยาแสง | 2. สืบค้น ทำการทดลองและสรุปความสามารถ ในการดูดกลืนแสงของสารสีชนิดต่าง ๆ | 3 |
| 3. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โฟโตเรสไพเรชัน | 3. สืบค้น อภิปรายและสรุปขั้นตอนกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงและโฟโตเรสไพเรชัน | 3 |
| 4. กลไกการเพิ่มความเข้มข้น ของคาร์บอนไดออกไซด์ ในพีช C4 | 4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและเปรียบเทียบกลไก การเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในพีช C4 | 3 |
| 5. กลไกการเพิ่มความเข้มข้น ของคาร์บอนไดออกไซด์ในพีช CAM | 5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและเปรียบเทียบกลไก การเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ในพีช C4 และพีช CAM | 2 |
| 6. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตรา การสังเคราะห์ด้วยแสง | 6. สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบ วิเคราะห์และ อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตรา การสังเคราะห์ด้วยแสง | 2 |
| 7. การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง | 7. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับการปรับตัว ของพืชเพื่อรับแสง | 2 |
| รวม | | 18 |

2.1.1.5 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้แผนการกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผน ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) สมรรถนะสำคัญ
- 6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 7) กระบวนการเรียนรู้
 - 7.1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - 7.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
 - 7.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - 7.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - 7.5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

และนำหลักการเรียนรู้มาสอดคล้องแทรกเข้าไปในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ มีกระบวนการกลุ่มแบ่งกลุ่มผู้เรียนโดยละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มได้มีการพึ่งพาอาศัยกัน มีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดในเชิงสร้างสรรค์ มีการตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน มีการฝึกทักษะช่วยเหลือกันทำงาน ตามหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ

- 8) ภาระงาน/หลักฐานการเรียนรู้
- 9) สื่อการเรียนการสอน
- 10) การวัดและประเมินผล
- 11) บันทึกลับหลังสอน

2.1.1.6 นำแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง

2.1.1.7 นำแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินและให้ข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ กำจัดภัย ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 2) ดร.พจมาน ชำนาญกิจ กรรมการบริหารหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 3) นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22
- 4) นายวีรวัฒน์ บุปผาชื่น ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22
- 5) นางปานฤทัย บัวชุม ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดงดาวแจ้งพัฒนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

2.1.1.8 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมสอดคล้อง ความเป็นไปได้ ระหว่าง เวลา ผลการเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับโดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71)

- | | | | |
|-------|---|---------|-------------------|
| ระดับ | 5 | หมายถึง | เหมาะสมมากที่สุด |
| ระดับ | 4 | หมายถึง | เหมาะสมมาก |
| ระดับ | 3 | หมายถึง | เหมาะสมปานกลาง |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด |

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนน

เหมาะสมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.51–5.00 คะแนน

เหมาะสมมาก มีค่าเท่ากับ 3.51–4.50 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง มีค่าเท่ากับ 2.51–3.50 คะแนน

เหมาะสมน้อย มีค่าเท่ากับ 1.51–2.50 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.00–1.50 คะแนน

ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 แผน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.49 แปลความหมายว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.1.1.9 นำแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุง แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 แล้วนำผลมาปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2.1.1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

2.1.1.11 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 22

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

2.2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.2 ศึกษาคู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 1–149)

2.2.1.3 ศึกษาข้อสอบเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ตามโครงสร้างหลักสูตร แกนกลางชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา

2.2.1.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 กำหนดสัดส่วน ความสำคัญของข้อสอบในแต่ละกิจกรรม ตามเนื้อหาของแผน กิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 60 ข้อ

2.2.1.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิด เลือกรับ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ ทั้ง 7 แผน กิจกรรม และครอบคลุมพฤติกรรม

2.2.1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง

2.2.1.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความสอดคล้องกับตัวชี้วัดโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่า แบบทดสอบวัดไม่ตรงกับผลการเรียนรู้

2.2.1.8 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อ คำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดูดัชนี ค่าความสอดคล้อง และพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ .50-1.00 เป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

2.2.1.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ที่เคยเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ผ่านมาแล้ว จำนวน 25 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจให้คะแนนแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผล

2.2.1.10 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้แบบ Item Total Correlation (ปกรณัม ประจักษ์บาน, 2552, หน้า 176) และค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) (ปกรณัม ประจักษ์บาน, 2552, หน้า 170)

2.2.1.11 เลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยคัดเลือก ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 และข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.40–0.87 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90–93) จำนวน 40 ข้อ

2.2.1.12 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.92

2.2.1.13 นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

2.2.2 แบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของ Bloom เนื่องจากมีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสร้างแบบทดสอบวัด

การคิดวิเคราะห์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินผล โดยสรุปวิธีการวัด การคิดวิเคราะห์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 144-147)

2.1 วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณา

หรือจำแนกว่าชิ้นใด ส่วนใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์ สำคัญ สิ่งที่ซ่อนเร้น

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหา

ความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ว่าสองชิ้นส่วนใด สัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย

2.3 วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วน

หรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานยึดเกาะกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหลักหรือวิธีการที่ยึดประกอบด้วย

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิด

ของ Bloom แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบ ของการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับประเภทการคิดวิเคราะห์

| ประเภทของการคิดวิเคราะห์ | จำนวนข้อสอบที่สร้าง | จำนวนข้อสอบที่ต้องการ |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1. วิเคราะห์ความสำคัญ | 15 | 10 |
| 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 15 | 10 |
| 3. วิเคราะห์หลักการ | 15 | 10 |
| รวม | 45 | 30 |

4. นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น นำเสนอ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น แล้วนำมาปรับปรุงให้ถูกต้อง ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อตรวจสอบลักษณะในเรื่องสถานการณ์ การใช้คำถาม ภาษาที่ใช้เนื้อหา เพื่อประเมิน ความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน แบบทดสอบ

การคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยได้สร้างเพื่อไว้ แบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ โดยผู้วิจัยต้องการใช้จริง จำนวน 30 ข้อ

6. นำแบบทดสอบด้านการคิดวิเคราะห์ เพื่อทดสอบ

การคิดวิเคราะห์ที่แก้ไขปรับปรุงเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจนของคำถามและให้ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปรับปรุงแล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับความเหมาะสม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบมีความเหมาะสม

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความเหมาะสม

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความเหมาะสม

วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง

ข้อสอบกับลักษณะของการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีค่าความสอดคล้อง และพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63)

7. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

8. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out)

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 จำนวน 25 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

9. นำข้อสอบที่ผ่านการปรับปรุงเข้าเกณฑ์มาวิเคราะห์รายข้อ

และวิเคราะห์รายฉบับ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR₂₀ ของ Kuder-Richarson ดังนี้ หาค่าอำนาจจำแนกข้อสอบเป็นรายข้อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.87 โดยผู้วิจัยจะคัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.91

10. พิมพ์แบบทดสอบด้านการคิดวิเคราะห์ฉบับจริง เพื่อนำไป

เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริงสำหรับการวิจัยครั้งนี้ต่อไป

2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การสร้างแบบสอบถามที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและศึกษาทฤษฎี จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ท จำนวน 20 ข้อ โดยครอบคลุมคุณลักษณะที่ดีของแบบวัด โดยแยกเป็นรายด้าน 4 ด้าน ได้แก่

- 2.1 ด้านผู้สอน
- 2.2 ด้านเนื้อหา
- 2.3 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
- 2.4 ด้านการประเมินผล

โดยมีระดับความความพึงพอใจ ดังนี้

- 5 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
- 3 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายของการแสดง

ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้รับจากการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยเพื่อทำการประเมิน ตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, หน้า 121)

- 4.51–5.00 หมายความว่า ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
 3.51–4.50 หมายความว่า ความพึงพอใจในระดับมาก
 2.51–3.50 หมายความว่า ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
 1.51–2.50 หมายความว่า ความพึงพอใจในระดับน้อย
 1.00–1.50 หมายความว่า ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการ
 ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
 (Content Validity) โดยวิธีอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาความสอดคล้อง
 ของข้อความถามกับประเภทของการวัด (IOC : Index of Item Objective Congruence)
 (สุรวาท ทองบุ, 2550, หน้า 105–106) ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบความตรงชุดเดิม แก้ไข
 ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

4. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
 และปรับแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียน
 วัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ จำนวน 25 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง นำผลที่ได้ไปใช้
 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้สูตร α -Coefficient
 ของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

5. จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับจริง สำหรับใช้กับ
 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กำหนดแบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว
 และมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และหลังการทดลอง 1 ครั้ง (One Group Pretest
 Posttest Design) เขียนเป็นรูปแบบการทดลองดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง One Group Pre-test Post-test Design

| กลุ่ม | การทดสอบ Pretest | ตัวแปร | การทดสอบ Posttest |
|-------------------------------|---------------------|--------|----------------------|
| นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | T ₁ | X | T ₂ |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

X หมายถึง การทดลองใช้แผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการ ดังนี้

1. ชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ความร่วมมือและดำเนินการทดลองเป็นไปได้อย่างดี

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่สร้างขึ้นให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยทำการตรวจแบบทดสอบเป็นรายข้อ

3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยสอนตามเรื่องในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแผนกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ใช้เวลาทำกิจกรรม จำนวน 18 ชั่วโมง ซึ่งในการสอนแต่ละเรื่องจะมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบประจำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. หลังจากการทดลองสิ้นสุดลง จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับก่อนเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 การข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence)

1.3 วิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

1.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples

1.5 หาคความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ตามวิธีของ Brennan (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, หน้า 106)

1.6 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

| ค่าเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|-----------|-----------------------|
| 1.00–1.50 | ความพึงพอใจน้อยที่สุด |
| 1.51–2.50 | ความพึงพอใจน้อย |
| 2.51–3.50 | ความพึงพอใจปานกลาง |
| 3.51–4.50 | ความพึงพอใจมาก |
| 4.51–5.00 | ความพึงพอใจมากที่สุด |

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยใช้การสังเกต และการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
 ในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผล แล้วนำมาเขียน
 เป็นประเด็น เพื่อสะท้อนผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์
 ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) เป็นการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการ
 กับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 จากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545,
 หน้า 104)

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ของคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545,
 หน้า 104)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นสูตรที่ใช้เปรียบเทียบ
 ความแตกต่างของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอนและหลังสอน โดยคำนวณได้จากสูตร
 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 106–108)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|-----------------------------|
| เมื่อ | S.D. | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | X | แทน | ข้อมูลหรือคะแนนแต่ละตัว |
| | \bar{X} | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
| | N | แทน | จำนวนข้อมูลหรือคะแนนทั้งหมด |
| | \sum | แทน | ผลรวม |

2. สถิติตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 237)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

| | | | |
|-------|----------|-----|---|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ |
| | $\sum R$ | แทน | ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด |
| | N | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด |

2.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 237)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

| | | | |
|-------|---|-----|---------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยากของข้อสอบ |
| | R | แทน | จำนวนข้อที่ตอบถูก |
| | N | แทน | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 237)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{H-L}{N}$$

| | | | |
|-------|---|-----|---|
| เมื่อ | r | แทน | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ |
| | H | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก |
| | L | แทน | จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก |
| | N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง |

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (KR-20) ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (วิเชียร เกตุสิงห์, 2530, หน้า 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของคนที่ตอบถูกแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ = $1-q$

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค ใช้สูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552, หน้า 158)

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

2.6 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หาได้จากสูตร E_1/E_2 (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551, หน้า 98) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วนที่ผู้เรียนทุกคนทำได้
 N แทน จำนวนนักเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนที่ผู้เรียนทุกคนทำได้
 N แทน จำนวนผู้เรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 โดยใช้ t-test แบบ Dependent สถิติที่ใช้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 112)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{(N-1)}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่ใช้พิจารณามีนัยสำคัญจากการแจกแจง
 $\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 ยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

| | |
|-----------|--|
| n | แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง |
| \bar{X} | แทน ค่าเฉลี่ย |
| S.D. | แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| E_1 | แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ |
| E_2 | แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์ |
| r_{tt} | แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
| t | แทน สถิติทดสอบที่ใช้พัฒนาใน t-distribution |

ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตพฤติกรรม การซักถาม การสัมภาษณ์ การเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ตรวจสอบผลงาน ชิ้นงาน ใบงานที่มอบหมายให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

สรุปผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 โดยงานวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 25 คน มาทำการวิเคราะห์เพื่อหา ประสิทธิภาพกระบวนการและผลลัพธ์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| n | ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁) | | | | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂) | | | | E ₁ /E ₂ |
|----|---|-----------|------|--------|---|-----------|------|--------|--------------------------------|
| | คะแนน เต็ม | \bar{X} | S.D. | ร้อยละ | คะแนน เต็ม | \bar{X} | S.D. | ร้อยละ | |
| 25 | 210 | 165.80 | 2.76 | 78.95 | 40 | 31.24 | 3.12 | 78.10 | 78.95/78.10 |

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผน จำนวน 7 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 165.80 จากคะแนนเต็ม 210 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.95 คะแนนเฉลี่ย และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 31.24 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.10 แสดงให้เห็นว่า การจัดการกิจกรรม การเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหา ความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 78.95/78.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนนแล้วนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test ชนิด Dependent Samples ดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | n | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | ค่าสถิติ t |
|-----------------------|----|-----------|-----------|------|------------|
| ก่อนเรียน | 25 | 40 | 16.04 | 2.13 | 36.45** |
| หลังเรียน | 25 | 40 | 28.76 | 2.24 | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ $t_{.01,24} = 2.797$)

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.13 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 28.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.24 ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 36.45 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร
การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

| ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | n | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | ค่าสถิติ t |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|------|------------|
| ก่อนเรียน | 25 | 30 | 14.08 | 1.44 | 20.55** |
| หลังเรียน | 25 | 30 | 22.88 | 2.44 | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ $t_{.01,24} = 2.797$)

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์
ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 และคะแนนหลังเรียน
มีค่าเฉลี่ย 22.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.44 ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 20.55
แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สรุปผลจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร
การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 ดังตาราง 9

ตาราง 9 การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของนักเรียน
หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| ความคิดเห็น | \bar{X} | S.D. | ระดับ ความพึงพอใจ |
|--|-----------|------|----------------------|
| ด้านผู้สอน | | | |
| 1. ครูมีการชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน | 4.52 | 0.71 | มากที่สุด |
| 2. ครูมีการจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยคละความสามารถ อย่างเหมาะสม | 4.48 | 0.65 | มาก |
| 3. ครูผู้สอนให้คำแนะนำ ดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง | 4.48 | 0.71 | มาก |
| 4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ | 4.52 | 0.65 | มากที่สุด |
| 5. มีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำกิจกรรม | 4.52 | 0.65 | มากที่สุด |
| รวมด้าน | 4.50 | 0.67 | มาก |
| ด้านเนื้อหา | | | |
| 6. เนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสมและหลากหลาย | 4.48 | 0.71 | มาก |
| 7. เอกสารมีเนื้อหา ภาษา รูปภาพน่าสนใจและเหมาะสม | 4.44 | 0.71 | มาก |
| 8. เนื้อหาส่งเสริมความคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล | 4.44 | 0.77 | มาก |
| 9. การจัดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา | 4.48 | 0.71 | มาก |
| 10. เนื้อหาที่น่าสนใจ นักเรียนมีความพอใจกับกิจกรรม ในบทเรียน | 4.52 | 0.65 | มากที่สุด |
| รวมด้าน | 4.47 | 0.70 | มาก |
| ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | |
| 11. นักเรียนมีความสุขและภูมิใจในผลงานที่สำเร็จ | 4.56 | 0.65 | มากที่สุด |
| 12. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนที่มีความหลากหลาย | 4.52 | 0.65 | มากที่สุด |
| 13. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | 4.52 | 0.71 | มากที่สุด |
| 14. นักเรียนได้ร่วมอภิปรายและร่วมแสดงความคิดเห็น | 4.44 | 0.71 | มาก |
| 15. นักเรียนพอใจการจัดการเรียนการสอนมีลำดับขั้นตอนชัดเจน | 4.48 | 0.71 | มาก |
| 16. นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาภายในกลุ่ม | 4.52 | 0.71 | มากที่สุด |

ตาราง 9 (ต่อ)

| ความคิดเห็น | \bar{X} | S.D. | ระดับ ความพึงพอใจ |
|--|-----------|------|----------------------|
| 17. นักเรียนชอบที่ได้อธิบายความรู้ความเข้าใจให้สมาชิกอื่น ๆ ในกลุ่มฟัง | 4.48 | 0.71 | มาก |
| 18. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น | 4.52 | 0.49 | มากที่สุด |
| รวมด้าน | 4.51 | 0.66 | มากที่สุด |
| ด้านการประเมินผล | | | |
| 19. นักเรียนพอใจที่มีการประเมินผลการเรียนของนักเรียน มีหลากหลายวิธีทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม | 4.44 | 0.71 | มาก |
| 20. นักเรียนพอใจที่มีชี้แจงเกณฑ์ประเมินชัดเจน | 4.48 | 0.71 | มาก |
| รวมด้าน | 4.46 | 0.71 | มาก |
| รวมทุกด้าน | 4.49 | 0.68 | มาก |

จากตาราง 9 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.51$) รองลงมา ได้แก่ ด้านผู้สอน ($\bar{X} = 4.50$) ด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.47$) และด้านการประเมินผล ($\bar{X} = 4.46$) ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกตพฤติกรรม การซักถาม การสัมภาษณ์ ทั้งในระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำงานกลุ่ม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามขั้นตอน ทั้ง 5 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า ทำให้นักเรียนแต่ละคนได้มีการแสดงบทบาทมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม สามารถแสดงความคิดเห็น รับฟังเพื่อนเคารพการตัดสินใจภายในกลุ่ม นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ จากใบงาน ในความรู้อื่น ๆ ที่ค้นคว้าเพิ่มเติม และแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อเท็จจริง ที่นำมาสนับสนุนในเรื่องราวที่กำหนดให้ สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้องกันเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถอธิบายกฎเกณฑ์องค์ความรู้ที่สัมพันธ์กับหลักการที่แตกต่างกันไปตามสถานการณ์ หรือสิ่งที่กำหนดให้ จากสังเกต การตอบคำถามจากการตั้งคำถามของครู จากการดูภาพหรือสื่อวิดีโอตามใบงานที่ได้รับ นักเรียนให้ความสนใจ จากการให้ตัวแทนกลุ่มเป็นตัวแทนเพื่อนในการใช้โทรศัพท์อ่านคิวอาร์โค้ด เพื่อเข้าสู่การดูสื่อวิดีโอ นักเรียนสมาชิกในกลุ่มต่าง ๆ นำโทรศัพท์มาลองดูในเครื่องของตน เพื่อดูสื่อ และให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเป็นอย่างดี ในแผนแรก ๆ นักเรียนจะตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็น เชื่อมโยงกับความรู้ได้น้อย นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงออก แต่พอดำเนินกิจกรรมไปจนนักเรียนเริ่มเข้าใจ หลังจากแผนที่ 2 เป็นต้นไปนักเรียนกล้าแสดงออกและสามารถดำเนินกิจกรรมได้แล้วเสร็จในเวลา มีการแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม การกล้าออกมาเป็นตัวแทนกลุ่มเพื่อนำเสนอดีขึ้น ดังภาพประกอบ จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน สามารถสรุปได้ ดังนี้

“...รู้สึกพอใจกับการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รู้สึกตื่นเต้นเวลาที่ต้องมีการแข่งขัน กับเพื่อน ๆ...”

“...การที่ได้ออกมาทำกิจกรรม ทำให้รู้สึกว่าตนเองมีส่วนร่วมกับกิจกรรม ทำให้การเรียนสนุก ไม่ง่วงนอน หรือต้องจดเนื้อหาแบบเดิม ๆ...”



ภาพประกอบ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมด้วยความพึงพอใจ ช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำกิจกรรมด้วยความสนุกสนาน

2. ทักษะการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าในช่วงแรก หลังจากที่ครูได้ชี้แจงอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการเรียนแต่ละขั้นตอน ช่วงเริ่มแรกของการใช้แผน นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเข้าใจและไม่กล้าถาม เวลาให้นักเรียนยกมือตอบคำถาม ก็จะไม่มีการแสดงออกเท่าที่ควร แต่พอนักเรียนผ่านรูปแบบการเรียนรู้อะยะหนึ่ง นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มแสดงออกมากขึ้น การนำเสนอในช่วงเริ่มต้น นักเรียนออกมาอ่าน ให้เพื่อน ๆ ฟังจากการตรวจผลงาน ชิ้นงาน ไปงานที่มอบหมาย ให้นักเรียนทำในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ตรวจไปงาน ชิ้นงานของนักเรียน ในช่วงต้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ไปงาน และชิ้นงาน หลายกลุ่มทำไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อย เข้าใจและไม่กล้าถาม การส่งตัวแทนของกลุ่มเวลาแสดงหน้าชั้นเรียนก็ไม่มีใครแสดงออก เท่าที่ควร เวลาออกไปนำเสนอก็ยังไม่แสดง และไม่กล้าซักถามเพื่อนกลุ่มอื่น แต่พอนักเรียน ผ่านรูปแบบ การเรียนรู้อะยะหนึ่ง นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มแสดงออกมากขึ้น การนำเสนอ มีความน่าสนใจมากขึ้น บางกลุ่มมีการร้องเพลงเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อดึงความสนใจจากเพื่อน การซักถามเพื่อนกลุ่มอื่นเวลาออกมานำเสนอ เริ่มกล้าซักถาม และอภิปรายกันมากขึ้น จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนสรุปได้ ดังนี้

“...รู้สึกสนุกที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการออกความคิดเห็น มีการโต้แย้งกัน...”

“...ชอบเวลาที่ครูให้ทำกิจกรรม เพราะรู้สึกสนุก เปิดโอกาสให้เราสามารถนำเสนอผลงานตามความถนัด...”



ภาพประกอบ 4 นักเรียนแต่ละกลุ่มภูมิใจในผลงานของตน พร้อมออกนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนหลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผล
8. อภิปรายผล
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับใด

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 49 คน ซึ่งทุกห้องเรียน จัดคณะความสามารถเหมือน ๆ กัน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวนนักเรียน 25 คน โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ทดลองในการวิจัยครั้งนี้ คือ

แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

- 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเสนอคำร้องต่อสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุพรรณกรทำหนังสือเพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมดจำนวน 7 แผน

4. เมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

5. นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้วยค่าเฉลี่ย (\bar{X})

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR₂₀ ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประเมินค่า วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2

2.2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test) ชนิด Dependent for Samples แบบทิศทางเดียว

2.3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test) ชนิด Dependent for Samples แบบทิศทางเดียว

2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผล ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 78.95/78.10 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยขอนำเสนอการอภิปรายผลในประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. ผลการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.95/78.10 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีกระบวนการสร้างตามขั้นตอน อย่างเป็นระบบและมีวิธีการที่เหมาะสม คือ ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิเคราะห์หลักสูตรและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษาคู่มือการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ลงมือสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำแก้ไข

ส่วนที่ไม่สมบูรณ์ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ทั้งด้านผลการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม การเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งผลจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จึงมีผลทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ มีความสอดคล้องและครอบคลุมกับผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร เชื้อวงศ์ (2557, หน้า 100) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพ 79.46/78.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ ฌปภาพร จันทร์ดวง (2557, หน้า 73) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 83.39/82.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.04 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 28.76 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาหลักสูตร เนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 60 ข้อ เพื่อตรวจสอบคำถาม ภาษาที่ใช้ เนื้อหา ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.93 นำข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ Try-out และคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นำไปหาความเที่ยงที่ใช้ได้ไปให้ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนได้ ครูผู้สอนจะเป็นผู้เร้าความสนใจ โดยใช้สื่อ หรือสร้างคำถาม ทำให้เกิดแรงกระตุ้นให้นักเรียนค้นหา

คำตอบด้วยตนเอง ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะพร พรประทุม (2555, หน้า 144-145) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.40 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 17 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลเลาะ อุมาร์ (2560, หน้า 97-101) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมดุลงเคมีที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.08 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.88 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 45 ข้อ เพื่อตรวจสอบคำถามภาษาที่ใช้ เนื้อหา ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.89 นำข้อสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ Try-out จำนวน 25 คน และคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นำไปหาความเที่ยงที่ใช้ได้ไปให้ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าคำตอบจากการถาม นักเรียนต้องรวบรวมความรู้ พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แยกเรื่องราวเหตุการณ์จากข้อมูลความสำคัญ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล อาศัยความรู้หลักการมาเชื่อมโยง สรุปเพื่อตอบคำถาม เนื่องจากนักเรียน

ได้เรียนรู้การค้นหาคำถามด้วยตนเอง เกิดกระบวนการคิดหาคำตอบจากคำถาม มีการรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นทำให้แนวคิดที่หลากหลายนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ ความสัมพันธ์และวิเคราะห์หลักการ ส่งผลให้ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไรวรรณ ปานีสงค์ (2560, หน้า 143) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 158-159) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา ค้นคว้า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.49 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ดีและมีประโยชน์ต่อการเรียน มีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการอย่างเป็นระบบ นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม มีกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนสามารถสืบค้น ดำเนินการหาคำตอบด้วยตนเอง มีการทำงาน การกำหนดมอบหมายงานในกลุ่ม นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น ร่วมมือกันทำงาน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร เชื้อวงศ์ (2557, หน้า 100) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเน้นการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 โดยรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ กัญญานิมิต มะกรูดอินทร์ (2561, หน้า 314–315) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23101) โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23101) โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ครูควรเตรียมความพร้อมโดยการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้และศึกษาเนื้อหา แบบทดสอบตลอดจนการจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนแต่ละครั้ง ให้พร้อมและในการทำกิจกรรมควรแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าก่อน

1.2 ด้านการจัดการเรียนการสอน ควรมีการส่งเสริมบรรยากาศในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครูชี้ประเด็นให้นักเรียนมองปัญหา ว่าอาจมีคำตอบที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ แล้วพัฒนาการแก้ไขปัญหอย่างสร้างสรรค์และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการเปรียบเทียบวิธีสอนโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ร่วมกับวิธีสอนอื่น ๆ เพื่อศึกษาว่าวิธีสอนใด ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ดีที่สุด

2.2 ควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้รูปแบบ STAD แบบ 4MAT หรือในรูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2540). *แนวทางการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544). *การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2546). *เอกสารประกอบหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กัญญาณิติมิตร มะกรูดอินทร์. (2561). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้พันธุกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23101) โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9. หน้า 314-315. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- กฤษพรีย์ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ. (2550). *ชุดยอติวิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ชนิษฐา กรกำแหง. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรัส โพธิ์จันทร์. (2533). *ความพึงพอใจในการทำงานของอาจารย์วิทยาลัยพยาบาลในภาคเหนือ*. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ฉลองชัย สุรวัฒน์บุรณ์. (2528). *การเลือกการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ชนาธิป พรกุล. (2552). *การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎี และการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: วี. พรินท์ (1991).
- _____. (2554). *การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎี และการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วี. พรินท์ (1991).
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). *80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์โพรเซสซิ่ง.
- ชาติศรี สำราญ. (2548). *สอนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ได้อย่างไร*. *วารสารสาธิตปฏิรูป*, 8(83), 40-41.
- เชิดศักดิ์ โสมวาสินธุ์. (2549). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.
- ณภาพร จันทร์ดวง. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เตชาเมธ เพียรชนะ. (2561). *การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. *วารสารรัชตภาคย์*, 12(25), 66-67.
- ทิพย์รัตน์ มังกรทอง. (2558). *การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทีศนา แชมมณี. (2543). *14 วิธีสอน สำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- _____. (2551). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธการพิมพ์.

- น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกจนคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2547). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- บุญมัน ธนาศุภวัฒน์. (2547). จิตวิทยาองค์การ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยและประเมิน (Advanced Statistics for Research and Evaluation). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- _____. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- ปิยะพงษ์ ไสยโสภณ. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม หมวดวิชาทักษะชีวิต 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อเสริมสร้างทักษะชีวิตสำหรับนักศึกษา การศึกษานอกโรงเรียน ในทันตสถานวัยหนุ่มกลาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปิยะพร พรประทุม. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรพิมล อ่อนอินทร์. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ บนเว็บควอสท์ ร่วมกับผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จันทบุรี: มหาวิทยาลัย ราชภัฏรำไพพรรณี.

- พิชัญะ กันธิยะ. (2559). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ชั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมอสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียร ยินดีสุข. (2551). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสิฎ นิลศิริ. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพรินทร์ เหมบุตร. (2549). *ลักษณะการคิดวิเคราะห์*. เข้าถึงได้จาก http://tishafan-analysisisthinking.blogspot.com/p/blog-page_18.html (12 ตุลาคม 2562).
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2551). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- โยธิน แสงวงดี. (2551). *การวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษาและฝึกอบรมการวิจัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- ฤดี เชยเดช. (2557). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สาระภาษาไทย โดยแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบเรียนปนเล่น เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านสะกดคำ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนประชาธิปไตยวิทยาการ จังหวัดปทุมธานี*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- ละมัย วงคำแก้ว. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถ การคิดวิเคราะห์และความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ลัดดา สีนางกู. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถ การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและลบจำนวน ที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอน ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วัฒนาพร ระบัพทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วิกานดา จักรอิศราพงศ์. (2553). การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้การอ่านและการเขียน ภาษาอังกฤษ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนภาษาแบบองค์รวม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าแบบอิสระ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2530). หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีระ สุตสังข์. (2550). การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วุฒิไกร เทียงดี. (2549). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ : การวิเคราะห์พหุระดับ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เวิน ริทัศน์โส. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ตามปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- แหวดาว บุญตา. (2558). *แนวทางการส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียนของครูวิทยาลัยเทคโนโลยีพายัพและบริหารธุรกิจ จังหวัดเชียงใหม่*. การค้นคว้าแบบอิสระ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศรัญญูชุต วิริยสถิตกุล. (2553). *ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรารัตน์ มุลอมาตย์. (2554). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2550). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- ศิริพร เชื้อวงศ์คำ. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเน้น การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย. (2558). *วิธีสอนทั่วไป*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สกุศล มูลแสงดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ Seminar in science teaching*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). *การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กภาพสินธุ์: ปรระสานการพิมพ์.
- _____. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กภาพสินธุ์: ปรระสานการพิมพ์.
- สาโรช ไสยสมบัติ. (2534). *ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *การประเมินการอ่านคิดวิเคราะห์ และเขียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุดารัตน์ อะหลิแอ. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2544). *การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอน การสร้างแบบฝึก. ชัยนาท: ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย*.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การศึกษาวิชาเศรษฐศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย*. กรุงเทพฯ: แอดวานส์ พรินติ้ง เซอร์วิส.
- สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง*. *วารสารนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, 4(1), 23–34.
- สุรวาท ทองบุ. (2550). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.

- สุวิทย์ เขาแก้ว. (2551). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การปลูกผักสวนครัว กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงาน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ครบเครื่องเรื่องการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- _____. (2548). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสัมพันธ์.
- _____. (2551). *ครบเครื่องเรื่องการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2549). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). *19 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสงี่ยม ไตรรัตน์. (2546). *การสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 1(1), 26–37.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528) *การผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- หทัยรัตน์ ประทุมสูตร. (2542). *ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพยาบาลโรงพยาบาลชุมชน จังหวัดพิษณุโลก*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เหนือดวง พูลเพิ่ม. (2560). *การจัดการเรียนรู้วิชาดนตรี ตามแนวคิดของชูชูร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะการขับร้องและความสามารถในการทำงานเป็นทีม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- อรทัย มูลคำ และคณะ. (2542). *การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรัญญา สถิตไพบูลย์. (2550). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อัปดุลเลาะ อุมาร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- _____. (2553). *หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). *การคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: คอมแพคท์ปริ้นท์.
- อุไรวรรณ ปานีสงค์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เสริมด้วยเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 11(1), 134-147.*
- เอกรินทร์ สีมหาศาล และคณะ. (2552). *แม่บทมาตรา หลักสูตรแกนกลาง สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ป.2*. นนทบุรี: ไทยร่มเกล้า.
- American Association for The Advancement of Science. (1970). *Science a Process Approach Commentary for Teacher*. Washington D.C.: AAAS.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Hand Book I: Cognitive Domain*. New York: David Mac Kay Company.
- Campbell, J.Y. (2006). Household Finance. *Journal of Finance*, 61, 1553-1604.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Greenstein, S.B. (2010). *Empathy in Inquiry: Supporting Middle School Science Student in Developing Empathy Through Group Reflections During Guided Inquiry*. San Diego: University of California.
- Johnson, A. P. (2008). *A Short Guide to Action Research (3rd ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. San Juan Capistrano: Resources for Teach.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth.

- Marzano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objectives*. California: Corwin Press.
- Massialas, Byron G. and Benjamin C. Cox. (1968). *Inquiry in Social Studies*. New York: McGraw–Hill.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Science Education Standards. (1996). National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Philip Kotler. (2003). *Marketing Management* (11th ed.). New Jersey: Prentice–Hall.
- Sandra K. Abell. (2002). *Trends and Issues in Science Education: Research Policy and Practice in Teaching Science as Inquiry*. n.p.
- Simpson Ronald D. and Anderson Norman D. (1981). *Science, Student, and school : A Guide for the Middle and Secondary School Teacher*. New York: John Wiley & Sons.
- Slavin, R. E. (1987). Cooperative Learning and the Cooperative School. *Educational Leadership*, 45(39), 7–13.
- Vilardi, V. A. (2013). *An Examination of the Influence of Inquiry-based Laboratory Activities and Success on Standards Based Achievement Tests in a Suburban High School*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertation & Theses databases. (Publication No.1372275839).
- Wu H. and Hsieh, C. (2006). Developing sixth grades' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289–1313.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ กำจัดภัย ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. ดร.พจมาน ชำนาญกิจ กรรมการบริหารหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3. ดร.ระพีพร พลเยี่ยมมหาญ ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

4. นายวิรวัฒน์ บุปผาชื่น ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

5. นางปานฤทัย บัวชุม ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดงดาวแจ้งพัฒนา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร
 การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่า IOC | แปลผล |
|--|---------------------------------|----|----|----|----|---------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| ด้านจุดประสงค์ | | | | | | | |
| 1. สอดคล้องกับเนื้อหา | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 2. สอดคล้องผลการเรียนรู้และบ่งบอกสิ่งที่ต้องการ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| รวมด้านจุดประสงค์ | | | | | | 10.00 | 1.00 |
| ด้านเนื้อหา | | | | | | | |
| 3. กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4.00 | 0.80 |
| 4. เหมาะสมกับระดับชั้น | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 5. เนื้อหาส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด มากกว่าทำตามแบบที่ครูกำหนด | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 6. น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| รวมด้านเนื้อหา | | | | | | 19.00 | 0.90 |
| ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | | |
| 7. กิจกรรมมีความหลากหลายใช้ได้จริง | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4.00 | 0.80 |
| 8. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4.00 | 0.80 |
| 9. เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 10. เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| รวมด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | 18.00 | 0.90 |
| ด้านสื่อการสอน | | | | | | | |
| 11. สื่อการสอนมีความสอดคล้องผลการเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4.00 | 0.80 |
| 12. ภาพประกอบเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 13. ได้รับความสนใจของผู้เรียน | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4.00 | 0.80 |
| 14. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4.00 | 0.80 |
| รวมด้านสื่อการสอน | | | | | | 17.00 | 0.85 |

ตาราง 10 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่า IOC | แปลผล |
|---|---------------------------------|----|----|----|----|---------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| ด้านการวัดและประเมินผล | | | | | | | |
| 15. การประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ | +1 | +1 | +1 | 1 | 0 | 4.00 | 0.8 |
| 16. ประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5.00 | 1.00 |
| 17. การวัดผลที่ระบุไว้สามารถวัดได้จริง | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4.00 | 0.80 |
| 18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้อย่างเหมาะสม | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4.00 | 0.80 |
| รวมด้านการวัดและประเมินผล | | | | | | 17.00 | 0.90 |
| โดยภาพรวมทุกด้าน | | | | | | 81.00 | 0.90 |

จากตาราง 10 สรุปการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวิจัยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 0.90

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย \bar{X} | แปลผล |
|--|---------------------------------|---|---|---|---|------------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| ด้านจุดประสงค์ | | | | | | | |
| 1. สอดคล้องกับเนื้อหา | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 2. สอดคล้องผลการเรียนรู้และบ่งบอกสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| รวมด้านจุดประสงค์ | | | | | | 4.50 | เหมาะสมมาก |
| ด้านเนื้อหา | | | | | | | |
| 3. กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 4. เหมาะสมกับระดับชั้น | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 5. เนื้อหาส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดมากกว่าทำตามแบบที่ครูกำหนด | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 6. น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| รวมด้านเนื้อหา | | | | | | 4.50 | เหมาะสมมาก |
| ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | | |
| 7. กิจกรรมมีความหลากหลายใช้ได้จริง | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 8. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 9. เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 10. เรียงลำดับกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| รวมด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | 4.55 | เหมาะสมมากที่สุด |
| ด้านสื่อการสอน | | | | | | | |
| 11. สื่อการสอนมีความสอดคล้อง ผลการเรียนรู้ | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 12. ภาพประกอบเหมาะสม | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 13. ได้รับความสนใจของผู้เรียน | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.60 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 14. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| รวมด้านสื่อการสอน | | | | | | 4.50 | เหมาะสมมาก |

ตาราง 11 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) | แปลผล |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|----------------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| ด้านการวัดและประเมินผล | | | | | | | |
| 15. การประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 16. ประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 17. การวัดผลที่ระบุไว้สามารถวัดได้จริง | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| 18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้อย่างเหมาะสม | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| รวมด้านการวัดและประเมินผล | | | | | | 4.40 | เหมาะสมมาก |
| โดยภาพรวมทุกด้าน | | | | | | 4.49 | เหมาะสมมาก |

จากตาราง 11 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้ ด้านจุดประสงค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ผลการประเมิน มีความเหมาะสมมาก ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ผลการประเมิน มีความเหมาะสมมาก ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ผลการประเมิน มีความเหมาะสมมากที่สุด ด้านสื่อการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ผลการประเมิน มีความเหมาะสมมากและด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 4.40 แปลผลการประเมิน มีความเหมาะสมมาก สรุปผลการทั้ง 5 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ของวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักร
 การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ

| ผลการเรียนรู้ | ข้อที่ | ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|---|--------|--------------------------|---|---|---|---|-----|------------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผล การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ ในอดีตจนถึงปัจจุบันเกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 10 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 2. สืบค้น ทำการทดลองและสรุป ความสามารถในการดูดกลืนแสง ของสารสีชนิดต่าง ๆ | 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 15 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 16 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3. สืบค้น อภิปรายและสรุปขั้นตอน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และโฟโตเรสไพเรชัน | 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้ | ข้อที่ | ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|--|--------|--------------------------|---|---|---|---|-----|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 3. สืบค้น อภิปรายและสรุปขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและโฟโตเรสไพเรชัน (ต่อ) | 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 29 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 30 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและเปรียบเทียบ กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพีช C4 | 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 32 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 34 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 39 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและเปรียบเทียบ กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพีช CAM | 40 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 42 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 43 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 44 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 45 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6. สืบค้นข้อมูล สัมภาษณ์ตรวจสอบวิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง | 48 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 50 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 51 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 52 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| | 53 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 54 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ผลการเรียนรู้ | ข้อที่ | ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|--|--------|--------------------------|----|----|----|----|------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 7. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง | 55 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 56 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 57 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| | 58 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| | 59 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| | 60 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| รวม | 60 | 58 | 57 | 53 | 53 | 54 | 275 | 55 | ใช้ได้ |
| เฉลี่ย | | | | | | | 4.58 | 0.92 | ใช้ได้ |

จากตาราง 12 สรุปความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 60 ข้อ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.58 ค่า IOC เฉลี่ย 0.92 ข้อสอบ ทั้ง 60 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อสอบแบบอิงกลุ่ม
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | ความยาก (p) | แปลผล | อำนาจจำแนก (r) | แปลผล | แปลผลคุณภาพของข้อสอบ |
|--------|-------------|--------|----------------|--------|----------------------|
| 1 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.64 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 2 | 0.56 | ใช้ได้ | 0.65 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 3 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.50 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 4 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.52 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 5 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.64 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 6 | 0.40 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 7 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.43 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 8 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.48 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 9 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 10 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 11 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.42 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 12 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.48 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 13 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.51 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 14 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 15 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.51 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 16 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.44 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 17 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.42 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 18 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.46 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 19 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.43 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 20 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 21 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.48 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 22 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.53 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 23 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.42 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 24 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 25 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 26 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.72 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 27 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.59 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 28 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.51 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 29 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.64 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |

ตาราง 13 (ต่อ)

| ข้อที่ | ความยาก (p) | แปลผล | อำนาจจำแนก (r) | แปลผล | แปลผลคุณภาพของข้อสอบ |
|--------|-------------|--------|----------------|--------|----------------------|
| 30 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.48 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 31 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.41 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 32 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.57 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 33 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.63 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 34 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.43 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 35 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 36 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.85 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 37 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.53 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 38 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.41 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 39 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.56 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 40 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.69 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ จำนวน 40 ข้อ แบบอิงกลุ่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.40–0.87 ค่าความเชื่อมั่น สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น KR-20 ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.93

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ

| การวิเคราะห์ | ข้อที่ | ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|-----------------------|--------|--------------------------|---|---|---|---|-----|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 10 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 12 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 15 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 16 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 23 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตาราง 14 (ต่อ)

| การวิเคราะห์ | ข้อที่ | ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|-----------------------|--------|--------------------------|----|----|----|-----|-------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 28 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 29 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 30 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 32 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสำคัญ | 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 34 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 37 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 38 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 42 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์ความสัมพันธ์ | 43 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์สำคัญ | 44 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| วิเคราะห์หลักการ | 45 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| รวม | 44 | 44 | 35 | 36 | 42 | 201 | 40.20 | | |
| | เฉลี่ย | | | | | | 4.46 | 0.89 | |

จากตาราง 14 สรุปความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 45 ข้อ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.56 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ย 0.89 ข้อสอบทั้ง 45 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อสอบแบบอิงกลุ่ม
แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

| ข้อที่ | ความยาก (p) | แปลผล | อำนาจจำแนก (r) | แปลผล | แปลผลคุณภาพของข้อสอบ |
|--------|-------------|--------|----------------|--------|----------------------|
| 1 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.66 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 2 | 0.56 | ใช้ได้ | 0.60 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 3 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.50 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 4 | 0.48 | ใช้ได้ | 0.60 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 5 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.54 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 6 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.59 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 7 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 8 | 0.52 | ใช้ได้ | 0.46 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 9 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 10 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.60 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 11 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.46 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 12 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.51 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 13 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.56 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 14 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.56 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 15 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.53 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 16 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.57 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 17 | 0.64 | ใช้ได้ | 0.57 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 18 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.61 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 19 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 20 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.44 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 21 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.44 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 22 | 0.72 | ใช้ได้ | 0.42 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 23 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.57 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 24 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.45 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 25 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.53 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 26 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.77 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 27 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.62 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 28 | 0.68 | ใช้ได้ | 0.49 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 29 | 0.76 | ใช้ได้ | 0.72 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 30 | 0.80 | ใช้ได้ | 0.55 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ จำนวน 30 ข้อ รายข้อสอบแบบอิงกลุ่ม แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ เลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.40–0.87 ค่าความเชื่อมั่น สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.92

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบ
วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC | สรุปผล |
|---|--------------|---|---|---|---|-----|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 1. ครูมีการชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2. ครูมีการจัดแบ่งกลุ่มนักเรียน โดยลดความสามารถอย่างเหมาะสม | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 3. ครูผู้สอนให้คำแนะนำ ดูแลนักเรียน อย่างทั่วถึง | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเรียนรู้ | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 5. มีการเสริมแรงโดยการให้รางวัล แก่กลุ่มที่ทำกิจกรรม | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| รวมด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | 21 | 0.84 | ใช้ได้ |
| ด้านเนื้อหา | | | | | | | | |
| 6. เนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสม และหลากหลาย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7. เอกสารมีเนื้อหา ภาษา รูปภาพน่าสนใจ และเหมาะสม | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 8. เนื้อหาส่งเสริมความคิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9. การจัดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 10. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ นักเรียน มีความพอใจกับกิจกรรมในบทเรียน | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| รวมด้านเนื้อหา | | | | | | 23 | 0.92 | ใช้ได้ |

ตาราง 16 (ต่อ)

| รายการ | ผู้เชี่ยวชาญ | | | | | รวม | IOC | สรุปผล |
|---|--------------|---|---|---|---|-----|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| ด้านการใช้ภาษาและการจัดภาพ | | | | | | | | |
| 11. นักเรียนมีความสุขและภูมิใจในผลงานที่สำเร็จ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 12. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนที่มีความหลากหลาย | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 13. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 14. นักเรียนพอใจได้ร่วมอภิปรายและร่วมแสดงความคิดเห็น | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 15. นักเรียนพอใจการจัดการเรียนการสอนมีลำดับขั้นตอนชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 16. นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาภายในกลุ่ม | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 17. นักเรียนชอบที่ได้อธิบายความรู้ความเข้าใจให้สมาชิกอื่น ๆ ในกลุ่มฟัง | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| รวมด้านการใช้ภาษาและการจัดภาพ | | | | | | 37 | 0.925 | ใช้ได้ |
| ด้านการประเมินผล | | | | | | | | |
| 19. นักเรียนพอใจที่มีการประเมินผล การเรียนของนักเรียนมีหลากหลายวิธี ทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 20. นักเรียนพอใจการประเมินผลที่มีชี้แจงเกณฑ์ประเมินชัดเจน | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| รวมด้านการประเมินผล | | | | | | 8 | 0.80 | ใช้ได้ |
| รวมทั้งสิ้น | | | | | | 89 | 0.89 | |

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบ
วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| รายการ | ระดับความพึงพอใจ | | | | | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) | การแปลผล |
|---|------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------------------------|------------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | | |
| 1. ครูมีการชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน เข้าใจอย่างชัดเจน | 16 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| 2. ครูมีการจัดแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยละ ความสามารถอย่างเหมาะสม | 14 | 9 | 2 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 3. ครูผู้สอนให้คำแนะนำ ดูแลนักเรียน อย่างทั่วถึง | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเรียนรู้ | 15 | 8 | 2 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| 5. มีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่ม ที่ทำกิจกรรม | 15 | 8 | 2 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| รวมด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | 75 | 38 | 12 | 0 | 0 | 4.50 | มากที่สุด |
| ด้านเนื้อหา | | | | | | | |
| 6. เนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสมและหลากหลาย | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 7. เอกสารมีเนื้อหา ภาษา รูปภาพน่าสนใจ และเหมาะสม | 14 | 8 | 3 | 0 | 0 | 4.44 | มาก |
| 8. เนื้อหาส่งเสริมความคิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล | 15 | 6 | 4 | 0 | 0 | 4.44 | มาก |
| 9. การจัดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลา | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 10. เนื้อหาที่น่าสนใจ นักเรียนมีความพอใจ กับกิจกรรมในบทเรียน | 15 | 8 | 2 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| รวมด้านเนื้อหา | 74 | 36 | 15 | 0 | 0 | 4.47 | มาก |

ตาราง 17 (ต่อ)

| รายการ | ระดับความพึงพอใจ | | | | | ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) | การแปลผล |
|---|------------------|------------|-----------|----------|----------|----------------------------|------------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน | | | | | | | |
| 11. นักเรียนมีความสุขและภูมิใจในผลงานที่สำเร็จ | 16 | 7 | 2 | 0 | 0 | 4.56 | มากที่สุด |
| 12. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนที่มีความหลากหลาย | 15 | 8 | 2 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| 13. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | 16 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| 14. นักเรียนพอใจได้ร่วมอภิปรายและร่วมแสดงความคิดเห็น | 14 | 8 | 3 | 0 | 0 | 4.44 | มาก |
| 15. นักเรียนพอใจการจัดการเรียนการสอนมีลำดับขั้นตอนชัดเจน | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 16. นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาภายในกลุ่ม | 16 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| 17. นักเรียนชอบที่ได้อธิบายความรู้ความเข้าใจให้สมาชิกอื่น ๆ ในกลุ่มฟัง | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มาก |
| 18. นักเรียนพอใจที่กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น | 16 | 6 | 3 | 0 | 0 | 4.52 | มากที่สุด |
| รวมด้านการใช้ภาษาและการจัดภาพ | 123 | 55 | 22 | 0 | 0 | 4.51 | มากที่สุด |
| ด้านการประเมินผล | | | | | | | |
| 19. นักเรียนพอใจที่มีการประเมินผลการเรียนของนักเรียนมีหลากหลายวิธีทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม | 14 | 8 | 3 | 0 | 0 | 4.44 | มาก |
| 20. นักเรียนพอใจการประเมินผลที่มีชี้แจงเกณฑ์ประเมินชัดเจน | 15 | 7 | 3 | 0 | 0 | 4.48 | มากที่สุด |
| รวมด้านการประเมินผล | 29 | 15 | 6 | 0 | 0 | 4.46 | มาก |
| รวมทั้งสิ้น | 301 | 144 | 55 | 0 | 0 | 4.49 | มาก |

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 18 คะแนนวัดกระบวนการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

| เลขที่ | คะแนนระหว่างเรียน | | | | | | | | คะแนน หลังเรียน |
|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | แผน 1 | แผน 2 | แผน 3 | แผน 4 | แผน 5 | แผน 6 | แผน 7 | รวม | |
| | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (210) | |
| 1 | 23 | 24 | 24 | 23 | 23 | 24 | 24 | 165 | 31 |
| 2 | 24 | 24 | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 170 | 34 |
| 3 | 23 | 23 | 24 | 23 | 24 | 24 | 25 | 166 | 30 |
| 4 | 21 | 22 | 23 | 22 | 21 | 23 | 23 | 155 | 25 |
| 5 | 21 | 25 | 23 | 25 | 23 | 24 | 24 | 165 | 33 |
| 6 | 20 | 25 | 24 | 24 | 21 | 24 | 23 | 161 | 27 |
| 7 | 23 | 24 | 25 | 25 | 24 | 23 | 24 | 168 | 33 |
| 8 | 23 | 23 | 24 | 23 | 24 | 24 | 25 | 166 | 26 |
| 9 | 23 | 24 | 25 | 23 | 24 | 25 | 25 | 169 | 26 |
| 10 | 23 | 24 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 165 | 27 |
| 11 | 24 | 23 | 24 | 24 | 23 | 24 | 25 | 167 | 33 |
| 12 | 23 | 24 | 22 | 24 | 24 | 23 | 24 | 164 | 32 |
| 13 | 23 | 23 | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 | 168 | 34 |
| 14 | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 | 25 | 25 | 166 | 33 |
| 15 | 24 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 169 | 35 |
| 16 | 24 | 25 | 24 | 24 | 22 | 24 | 23 | 166 | 33 |
| 17 | 25 | 24 | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 171 | 35 |
| 18 | 23 | 23 | 24 | 23 | 24 | 24 | 23 | 164 | 31 |
| 19 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 23 | 24 | 166 | 32 |
| 20 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 24 | 170 | 35 |
| 21 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 169 | 34 |
| 22 | 22 | 22 | 22 | 25 | 24 | 23 | 24 | 162 | 29 |
| 23 | 23 | 22 | 21 | 23 | 24 | 24 | 23 | 160 | 29 |

ตาราง 18 (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนระหว่างเรียน | | | | | | | | คะแนน หลังเรียน |
|---------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| | แผน 1 | แผน 2 | แผน 3 | แผน 4 | แผน 5 | แผน 6 | แผน 7 | รวม | |
| | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (210) | (40) |
| 24 | 23 | 24 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 166 | 32 |
| 25 | 25 | 23 | 25 | 25 | 23 | 23 | 23 | 167 | 32 |
| รวม | 577 | 592 | 597 | 597 | 588 | 595 | 599 | 4145 | 781 |
| \bar{X} | 23.08 | 23.68 | 23.88 | 23.88 | 23.52 | 23.80 | 23.96 | 165.80 | 31.24 |
| S.D. | 1.15 | 0.90 | 1.09 | 0.88 | 0.96 | 0.58 | 0.73 | 3.55 | 3.06 |
| % | 76.93 | 78.93 | 79.60 | 79.60 | 78.40 | 79.33 | 79.87 | 78.95 | 78.10 |
| $E_1 = 78.95$ | | | | | | | | | $E_2 = 78.10$ |

จากตาราง 18 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผนเกิดจากการทำใบงานและแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 7 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 165.80 จากคะแนนเต็ม 210 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.95 คะแนนเฉลี่ยและจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 31.24 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.10 แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 78.95/78.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ตาราง 19 คะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียน หน่วยการเรียนรู้
 วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหา
 ความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เมื่อทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (40) | คะแนนหลังเรียน (40) |
|--------|---------------------|---------------------|
| 1 | 16 | 27 |
| 2 | 19 | 31 |
| 3 | 15 | 30 |
| 4 | 12 | 25 |
| 5 | 17 | 27 |
| 6 | 16 | 27 |
| 7 | 18 | 33 |
| 8 | 13 | 26 |
| 9 | 15 | 26 |
| 10 | 14 | 27 |
| 11 | 17 | 31 |
| 12 | 15 | 29 |
| 13 | 19 | 30 |
| 14 | 18 | 30 |
| 15 | 19 | 31 |
| 16 | 15 | 29 |
| 17 | 21 | 32 |
| 18 | 15 | 31 |
| 19 | 15 | 28 |
| 20 | 16 | 30 |
| 21 | 17 | 31 |
| 22 | 13 | 29 |
| 23 | 15 | 26 |

ตาราง 19 (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (40) | คะแนนหลังเรียน (40) |
|-----------|---------------------|---------------------|
| 24 | 16 | 27 |
| 25 | 15 | 26 |
| รวม | 401 | 719 |
| \bar{X} | 16.04 | 28.76 |
| S.D. | 2.13 | 2.24 |
| ร้อยละ | 40.10 | 71.90 |

จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.13 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 28.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.24

ตาราง 20 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียน กระบวนการเรียนรู้
 วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหา
 ความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ของกลุ่มตัวอย่าง

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน) | D | D ² | หมายเหตุ |
|--------|------------------------------|------------------------------|----|----------------|---|
| 1 | 16 | 27 | 11 | 121 | ค่า t-test 36.46 |
| 2 | 19 | 31 | 12 | 144 | |
| 3 | 15 | 30 | 15 | 225 | |
| 4 | 12 | 25 | 13 | 169 | จำนวนนักเรียน 25 คน df เท่ากับ 24 |
| 5 | 17 | 27 | 10 | 100 | |
| 6 | 16 | 27 | 11 | 121 | |
| 7 | 18 | 33 | 15 | 225 | |
| 8 | 13 | 26 | 13 | 169 | |
| 9 | 15 | 26 | 11 | 121 | |
| 10 | 14 | 27 | 13 | 169 | |
| 11 | 17 | 31 | 14 | 196 | |
| 12 | 15 | 29 | 14 | 196 | |
| 13 | 19 | 30 | 11 | 121 | |
| 14 | 18 | 30 | 12 | 144 | |
| 15 | 19 | 31 | 12 | 144 | |
| 16 | 15 | 29 | 14 | 196 | |
| 17 | 21 | 32 | 11 | 121 | |
| 18 | 15 | 31 | 16 | 256 | |
| 19 | 15 | 28 | 13 | 169 | |
| 20 | 16 | 30 | 14 | 196 | |
| 21 | 17 | 31 | 14 | 196 | |
| 22 | 13 | 29 | 16 | 256 | |

ตาราง 20 (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (40 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน) | D | D ² | หมายเหตุ |
|-----------|------------------------------|------------------------------|-------|----------------|--|
| 23 | 15 | 26 | 11 | 121 | $\alpha = 0.01$ ค่า t-test 36.46 |
| 24 | 16 | 27 | 11 | 121 | |
| 25 | 15 | 26 | 11 | 121 | |
| รวม | 401 | 719 | 318 | 4118 | |
| \bar{x} | 16.04 | 28.76 | 24.46 | 164.72 | |
| S.D. | 2.13 | 2.24 | | | |
| ร้อยละ | 40.10 | 71.90 | | | |

จากตาราง 20 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.13 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 28.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.24 ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 36.45 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 21 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบ
 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้
 วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหา
 ความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 ของกลุ่มตัวอย่าง

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (30) | คะแนนหลังเรียน (30) |
|--------|---------------------|---------------------|
| 1 | 14 | 22 |
| 2 | 16 | 25 |
| 3 | 14 | 23 |
| 4 | 12 | 18 |
| 5 | 13 | 22 |
| 6 | 16 | 18 |
| 7 | 16 | 24 |
| 8 | 12 | 21 |
| 9 | 14 | 22 |
| 10 | 13 | 19 |
| 11 | 14 | 24 |
| 12 | 13 | 24 |
| 13 | 16 | 27 |
| 14 | 14 | 25 |
| 15 | 16 | 26 |
| 16 | 15 | 22 |
| 17 | 17 | 27 |
| 18 | 13 | 20 |
| 19 | 14 | 24 |
| 20 | 13 | 24 |
| 21 | 14 | 25 |
| 22 | 15 | 22 |

ตาราง 21 (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (30) | คะแนนหลังเรียน (30) |
|-----------|---------------------|---------------------|
| 23 | 13 | 22 |
| 24 | 12 | 23 |
| 25 | 13 | 23 |
| รวม | 352 | 572 |
| \bar{X} | 14.08 | 22.88 |
| S.D. | 1.44 | 2.44 |
| ร้อยละ | 46.93 | 76.27 |

จากตาราง 21 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 22.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.44

ตาราง 22 การเปรียบเทียบผลการเรียนของแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 ของผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง
 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มตัวอย่าง

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน) | D | D ² | หมายเหตุ |
|--------|------------------------------|------------------------------|----|----------------|------------------------|
| 1 | 14 | 22 | 8 | 64 | ค่า t-test 20.55 |
| 2 | 16 | 25 | 9 | 81 | |
| 3 | 14 | 23 | 9 | 81 | |
| 4 | 12 | 18 | 6 | 36 | จำนวนนักเรียน 25 คน |
| 5 | 13 | 22 | 9 | 81 | |
| 6 | 16 | 18 | 2 | 4 | |
| 7 | 16 | 24 | 8 | 64 | df เท่ากับ 24 |
| 8 | 12 | 21 | 9 | 81 | |
| 9 | 14 | 22 | 8 | 64 | |
| 10 | 13 | 19 | 6 | 36 | |
| 11 | 14 | 24 | 10 | 100 | |
| 12 | 13 | 24 | 11 | 121 | |
| 13 | 16 | 27 | 11 | 121 | |
| 14 | 14 | 25 | 11 | 121 | |
| 15 | 16 | 26 | 10 | 100 | |
| 16 | 15 | 22 | 7 | 49 | |
| 17 | 17 | 27 | 10 | 100 | |
| 18 | 13 | 20 | 7 | 49 | |
| 19 | 14 | 24 | 10 | 100 | |
| 20 | 13 | 24 | 11 | 121 | |
| 21 | 14 | 25 | 11 | 121 | |
| 22 | 15 | 22 | 7 | 49 | |

ตาราง 22 (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน) | D | D ² | หมายเหตุ |
|-----------|------------------------------|------------------------------|-------|----------------|--|
| 23 | 13 | 22 | 9 | 81 | $\alpha = 0.01$ ค่า t-test 20.55 |
| 24 | 12 | 23 | 11 | 121 | |
| 25 | 13 | 23 | 10 | 100 | |
| รวม | 352 | 572 | 220 | 2046 | |
| \bar{x} | 14.08 | 22.88 | 16.92 | 81.84 | |
| S.D. | 1.44 | 2.44 | | | |
| ร้อยละ | 46.93 | 76.27 | | | |

จากตาราง 22 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 22.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.44 ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 20.55 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การดำรงชีวิตของพืช

เวลา 18 ชั่วโมง

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโฟโตเรสไพเรชัน

เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปราย และอธิบาย การรักษาดุลยภาพของพืชและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและหาความรู้เพิ่มเติม (ว1.1-1)

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชัน

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. สืบค้น และอภิปรายเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชัน

2. สามารถนำเสนอและสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันได้

3. ด้านคุณธรรมจริยธรรม (A)

1. มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. มีความซื่อสัตย์และตรงเวลา

3. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

4. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5. เอื้อเฟื้อ เสียสละ มีน้ำใจ

3. สาระสำคัญ

โฟโตเรสไพเรชันช่วยป้องกันและลดอันตรายให้แก่พืชได้ ในกรณีที่พืชได้รับแสงมาก มีปฏิกิริยาแสงที่สร้างสารพลังงานสูง ATP ได้ปริมาณมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่เซลล์ โฟโตเรสไพเรชันจึงช่วยใช้ ATP บางส่วนลดความเสียหายให้กับระบบสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่นในสภาพที่พืชได้รับแสงมากเกินไปแต่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้ตรึงน้อย เนื่องจากเมื่อพืชได้รับแสงมากปากใบก็จะปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เมื่อพืชตรึง

คาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยก็จะสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยตามไปด้วย ดังนั้นโฟโตเรสไพเรชันจึงช่วยลดอันตรายจากสารพลังงานสูง ATP ที่เหลือใช้นั่นเอง

4. สารการเรียนรู้

1. โฟโตเรสไพเรชัน และระบบแสง
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

5. สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่การเรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

7. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

วิธีสอนแบบรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูตั้งประเด็นในการอภิปรายถึงความสำคัญของพืชเมื่อรับพลังงานแสงแล้วจะเปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานเคมี
2. ครูตั้งคำถามนำไปสู่การสืบค้นว่า “เมื่อมีการรับอิเล็กตรอนแล้วจะทำให้เกิดกระบวนการสร้างน้ำตาลอย่างไร”
3. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยละความสามารถ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนทำกิจกรรมเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันก่อนทำกิจกรรม (การเรียนรู้แบบร่วมมือ)

4. ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายงานที่ 3.1 ดูคลิป กระบวนการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน และให้นักเรียนตั้งคำถาม ก่อนนำไปสู่บทเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามใบงานที่ 3.1

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นความรู้จากหนังสือเรียนและใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง โฟโตเรสไพเรชันและระบบแสง จากนั้นให้นักเรียนแบ่งเนื้อหาภายในกลุ่มเพื่อศึกษารายละเอียดเนื้อหาอย่างละเอียด (การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการเทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดกลุ่ม)
2. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มมารับ ใบงานที่ 3.2
3. จากนั้นให้นักเรียนตั้งประเด็นในการอภิปรายที่เกี่ยวข้องกับโฟโตเรสไพเรชันและระบบแสง แล้วร่วมกันตอบคำถามลงในใบงานที่ 3.2

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายใบความรู้ที่ 3.2 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกไปรับ ใบงานที่ 3.3 แล้วร่วมกันตอบคำถามลงในใบงานที่ 3.3
2. ครูและนักเรียน ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับผลการทำใบงานที่ 3.3 โดยตั้งคำถามหลังจากการทำกิจกรรม ดังนี้จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ ความรู้จากที่ได้ไปศึกษามา นำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นความรู้เกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชัน ในใบความรู้ที่ 3 ซึ่งจากการสืบค้นนักเรียนควรสรุปได้ว่า การที่ RuBP ตรึงออกซิเจน มีผลทำให้ RuBP ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ได้น้อยลง กระบวนการที่ RuBP ตรึงออกซิเจนนี้เรียกว่า โฟโตเรสไพเรชันในพืชกระบวนการโฟโตเรสไพเรชันเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามปกติ นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า ในกรณีที่ใบพืชอยู่ในสภาพที่ได้รับแสงมากมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อย ATP และสารพลังงานสูงที่ได้มากเกินความต้องการไปใช้จะช่วยป้องกันความเสียหายให้แก่ระบบสังเคราะห์ด้วยแสงครูให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามเพิ่มเติม ซึ่งมีแนวการอภิปราย ดังนี้

แนวคำถาม โฟโตเรสไพเรชัน แตกต่างจากการหายใจอย่างไร

แนวคำตอบ โฟโตเรสไพเรชัน หมายถึง กระบวนการดึงออกซิเจนในคลอโรพลาสต์เมื่อได้รับแสงส่วนกระบวนการหายใจเป็นการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคน ทำแบบทดสอบ หลังเรียน
2. ครูทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ แล้วให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ศึกษามานับที่ลงในสมุดรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 ตามความเข้าใจของนักเรียนแล้วรวบรวมส่งครูต่อไป

8. ภาระงาน/หลักฐานการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 3.1, ใบงานที่ 3.2 และใบงานที่ 3.3
2. สมุดบันทึก และชิ้นงานการสรุปงานกลุ่ม

9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง โฟโตเรสไพเรชัน และใบความรู้ที่ 3.2 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. ใบงานที่ 3.1, ใบงานที่ 3.2 และใบงานที่ 3.3

10. การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือวัดผล | เกณฑ์การวัดผล |
|------------------------------------|---|---|---|
| 1. ความรู้/เนื้อหา (K) | <ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจสอบใบงานที่ 3.1, 3.2 และใบงาน 3.3 | <ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงานที่ 3.1 - ใบงานที่ 3.2 - ใบงานที่ 3.3 - แบบทดสอบหลังเรียน | <ul style="list-style-type: none"> - คะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 คะแนน - คะแนนจากการตรวจผลงานเกณฑ์ผ่านร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม |
| 2. สมรรถนะ/ทักษะ/ กระบวนการ (P) | <ul style="list-style-type: none"> - การสังเกต - การปฏิบัติงานกลุ่ม | <ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม | <ul style="list-style-type: none"> - ระดับคุณภาพการประเมินกระบวนการกลุ่ม - เกณฑ์ผ่านในระดับดี - ระดับคุณภาพการประเมินทักษะ - เกณฑ์ผ่านในระดับดี |
| 3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) | <ul style="list-style-type: none"> - การสังเกต | <ul style="list-style-type: none"> - แบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | <ul style="list-style-type: none"> - คะแนนการประเมิน เกณฑ์ผ่านระดับ 3 ขึ้นไป |

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....
.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสุกัญดา พรหมนิล)

วันที่เดือน.....พ.ศ.

ความเห็นของผู้บังคับบัญชา

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้บังคับบัญชา

(นายทินกร ภาคนาม)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์

วันที่เดือน.....พ.ศ.

แบบบันทึกการตรวจใบงาน

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไฟโตเรลไฟเรชั่น

| กลุ่มที่ | ชื่อ-สกุล | คะแนนรวมใบงาน | | สรุปผลการประเมินผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 | |
|----------|-------------------------------|---------------|-----|-------------------------------------|---------|
| | | เต็ม | ได้ | ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 1 | นายณัฐพล จันทร์ชมภู | 20 | | | |
| | นายภาณุพงศ์ จันทคุณ | 20 | | | |
| | นางสาวกุลธิดา ไชยวงษ์ | 20 | | | |
| | นางสาวไพลิน พรประทาน | 20 | | | |
| | นางสาวสิริกัญญา กำพล | 20 | | | |
| 2 | นายธนภุต มุงคะวงษ์ | 20 | | | |
| | นายสรารุช หล้าน้อย | 20 | | | |
| | นางสาวจิรภรณ์ เวฬุวนาธร | 20 | | | |
| | นางสาวไพลิน พรประทาน | 20 | | | |
| | นางสาวอรปริยา ศรีหนาถ | 20 | | | |
| 3 | นายฐานันดร นนทรา | 20 | | | |
| | นายสุรเชษฐ์ ปฏิทัศน์ | 20 | | | |
| | นางสาวธนุตรา ทองจอก | 20 | | | |
| | นางสาววรรณนิสา พรหมณี | 20 | | | |
| | นางสาวปาริชาติ กาญจนรัตน์ | 20 | | | |
| 4 | นายพรประทาน แสงใส | 20 | | | |
| | นายอนุชิต รัตนวงศ์ | 20 | | | |
| | นางสาวนิภาพร แสนง | 20 | | | |
| | นางสาวจิรัฎฐา แสงปาก | 20 | | | |
| | นางสาวมินตรา เอียรอด | 20 | | | |
| 5 | นายพลธร สีกานิล | 20 | | | |
| | นายกิตติพันธ์ อินทร์แต่ม | 20 | | | |
| | นางสาวนิรันดร์ดา เม้าประเสริฐ | 20 | | | |
| | นางสาวศศิธร ชันสำรอง | 20 | | | |
| | นางสาวนงนภัส พิชเพ็ง | 20 | | | |

สรุปผลการประเมิน

| | | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|
| นักเรียนได้คะแนนจากการทำใบงาน | ได้คะแนนเฉลี่ย | คิดเป็นร้อยละ |
| นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน | คน | คิดเป็นร้อยละ |
| นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน | คน | คิดเป็นร้อยละ |
| เกณฑ์การประเมิน | ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 | |

นักเรียนได้คะแนน 16-20 = ผ่าน

นักเรียนได้คะแนน 0-15 = ไม่ผ่าน

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางสาวสุกัญดา พรหมนิล)

ครูผู้สอน

แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ อำเภอธัญพนม จังหวัดนครพนม

กลุ่มที่

| ชื่อ-สกุล | พฤติกรรมการปฏิบัติงาน | | | | | รวมคะแนน | ระดับคุณภาพ |
|-----------|---------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|----------|-------------|
| | มีความรับผิดชอบในการทำงาน | มีความซื่อสัตย์และตรงเวลา | มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ใ้เรียน | รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | เอื้อเพื่อ เสียสละ มีน้ำใจ | | |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

หมายเหตุ ให้พิจารณาเป็นระดับคุณภาพ ดังนี้

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

ดี ให้คะแนนรวม 2 ปานกลาง ให้คะแนน 1 ควรปรับปรุง ให้คะแนน 0

เกณฑ์การแปลผลการประเมิน

- 8-10 คะแนน ได้ระดับคุณภาพ ดี
- 5-7 คะแนน ได้ระดับคุณภาพ พอใช้
- 0-4 คะแนน ได้ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

1. การมีส่วนร่วม

2 หมายถึง ร่วมมือในการทำงาน การอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ ทุกงาน

1 หมายถึง ร่วมมือในการทำงาน การอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ บางงาน

0 หมายถึง ไม่ร่วมมือในการทำงาน การอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ

2. กระตือรือร้น สนใจในการปฏิบัติ

2 หมายถึง กระตือรือร้นและสนใจในการอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ ทุกงาน

1 หมายถึง กระตือรือร้นและสนใจในการอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ บางงาน

0 หมายถึง ไม่กระตือรือร้นและไม่สนใจในการอภิปรายกลุ่ม และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ

3. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพการตัดสินใจของผู้อื่น ในการแสดงความคิดเห็นทุกครั้ง

1 หมายถึง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพการตัดสินใจของผู้อื่น ในการแสดงความคิดเห็นบ้างบางครั้ง

0 หมายถึง ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่เคารพการตัดสินใจของผู้อื่น ในการแสดงความคิดเห็น

4. ความเอื้อเฟื้อ เสียสละ มีน้ำใจ

2 หมายถึง มีน้ำใจการทำงานร่วมกับผู้อื่น ช่วยเหลือผู้อื่น ให้อภัยผู้อื่น ในการปฏิบัติงานเสมอ

1 หมายถึง มีน้ำใจการทำงานร่วมกับผู้อื่น ช่วยเหลือผู้อื่น ให้อภัยผู้อื่น ในการปฏิบัติงานบางครั้ง

0 หมายถึง ไม่น้ำใจการทำงานร่วมกับผู้อื่น ไม่ช่วยเหลือผู้อื่น ไม่รู้จักการให้อภัยผู้อื่นในการปฏิบัติงาน

5. การแก้ไขปัญหาระหว่างการทำงาน

- 2 หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีการแก้ปัญหาระหว่างการทำงานร่วมกันทุกครั้ง
 1 หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีการแก้ปัญหาระหว่างการทำงานร่วมกันบางครั้ง
 0 หมายถึง สมาชิกในกลุ่มไม่มีการแก้ปัญหาระหว่างการทำงานร่วมกัน

สรุปผลการประเมิน

| | | | |
|--|-------|------|---------------|
| นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดี | จำนวน | คน | คิดเป็นร้อยละ |
| นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพพอใช้ | จำนวน | - คน | คิดเป็นร้อยละ |
| นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน | คน | | คิดเป็นร้อยละ |
| นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน | คน | | คิดเป็นร้อยละ |
| เกณฑ์การประเมิน นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดี | | | |

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(นางสาวสุกัญดา พรหมนิล)

ครูผู้สอน

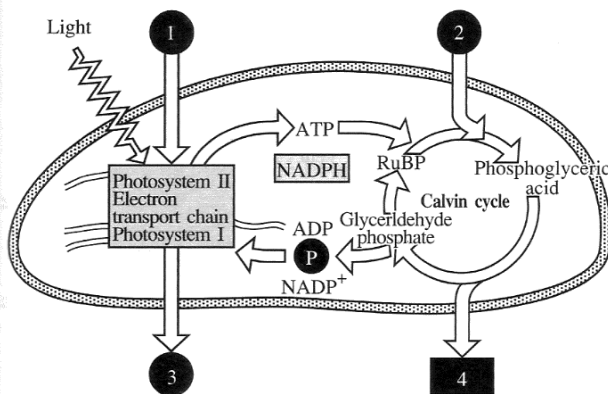
แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโพโตเรสโพเรชั่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ (10 คะแนน)

1. โฟโตไลซิส (Photolysis) คือ

- ก. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH + H ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป
- ข. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH + H ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก
- ค. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป
- ง. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก

จากแผนภาพใช้ตอบคำถามข้อ 2-4



2. หมายเลข 1, 2 คืออะไร

- | | | | | | |
|----|------------------|------------------|----|-----------------|------------------|
| ก. | 1 | 2 | ข. | 1 | 2 |
| | H ₂ O | CO ₂ | | CO ₂ | H ₂ O |
| ค. | 1 | 2 | ง. | 1 | 2 |
| | H ₂ O | H ₂ O | | CO ₂ | CO ₂ |

3. หมายเลข 3, 4 คืออะไร

| 3 | 4 |
|-----------------|------------------|
| ก. คาร์โบไฮเดรต | ออกซิเจน |
| ข. คาร์โบไฮเดรต | คาร์บอนไดออกไซด์ |
| ค. ออกซิเจน | คาร์โบไฮเดรต |
| ง. ออกซิเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ |

4. แผนภาพที่เห็นคือ

- ก. สรุปรกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจระดับเซลล์
- ข. สรุปรกระบวนการหายใจระดับเซลล์
- ค. สรุปรกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. สรุปรกระบวนการแยกสลายน้ำ

5. จากการทดลองฉายแสงที่ละช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 –700 นาโนเมตร

แก่สาหร่ายสีเขียว ชนิดหนึ่ง พบว่าถ้าฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเกิน 680 นาโนเมตร

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (วัดจากปริมาณออกซิเจนที่ปล่อยออกมา)

เป็นเพราะเหตุใด

- ก. คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นเกิน 650 นาโนเมตร ไม่ได้
- ข. มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบ 1 เท่านั้น
- ค. มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบ 2 เท่านั้น
- ง. เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

6. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาโฟโตลิซิส

- ก. $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- ข. $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^- + 2\text{e}^-$
- ค. $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{e}^- + \text{O}_2$
- ง. $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$

7. ปฏิกิริยาแสง (Light reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพบว่า.....ถูกปล่อย

ออกมาจาก.....ซึ่งทำให้เกิด.....ซึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์กลูโคส

ต่อไป (ตามลำดับ)

- ก. O_2 , CO_2 , C
- ข. C, CO_2 , O_2
- ค. O_2 , H_2O , H
- ง. H_2 , H_2O , O_2

8. ลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอย่างไร

ก. $\text{NADP}^+ \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2 $\rightarrow \text{H}_2\text{O}$

ข. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2 $\rightarrow \text{NADP}^+$

ค. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 2 \rightarrow ระบบ 1 $\rightarrow \text{NADP}^+$

ง. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NADP}^+ \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2

9. สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการคาร์บอนไดออกไซด์ฟิกเซชันคือ

ก. PGA ข. RuBP ค. RuBP และ CO_2 ง. RuBP และ PGA

10. การสลายตัวของโมเลกุลน้ำเพื่อให้ได้อิเล็กตรอนไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง อยู่บริเวณใดของพืช

ก. ภายนอกคลอโรพลาสต์

ข. กรานูม

ค. สโตรมา

ง. สโตรมาลาเมลลา



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



คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
(10 คะแนน)

1. การสลายตัวของโมเลกุลน้ำเพื่อให้ได้อิเล็กตรอนไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง อยู่บริเวณใดของพืช

- | | |
|---------------------|------------------|
| ก. กรานูม | ข. สโตรมา |
| ค. ภายในคลอโรพลาสต์ | ง. สโตรมาลาเมลลา |

2. ลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอย่างไร

- | |
|--|
| ก. $H_2O \rightarrow NADP^+ \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2 |
| ข. $H_2O \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2 $\rightarrow NADP^+$ |
| ค. $NADP^+ \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 1 \rightarrow ระบบ 2 $\rightarrow H_2O$ |
| ง. $H_2O \rightarrow$ รงควัตถุระบบ 2 \rightarrow ระบบ 1 $\rightarrow NADP^+$ |

3. สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการคาร์บอนไดออกไซด์ฟิกเซชัน คือ

- | | |
|--------------------|---------|
| ก. RuBP และ PGA | ข. PGA |
| ค. RuBP และ CO_2 | ง. RuBP |

4. ปฏิกิริยาแสง (Light reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพบว่า.....ถูกปล่อยออกมาจาก.....ซึ่งทำให้เกิด.....ซึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสต่อไป (ตามลำดับ)

- | | |
|-------------------|---------------------|
| ก. O_2, H_2O, H | ข. C, CO_2, O_2 |
| ค. O_2, CO_2, C | ง. H_2, H_2O, O_2 |

5. โฟโตไลซิส (Photolysis) คือ

ก. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก

ข. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป

ค. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH + H ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก

ง. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH + H ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป

6. จากการทดลองฉายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 400–700 นาโนเมตร แก่สาหร่ายสีเขียวชนิดหนึ่ง พบว่าถ้าฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเกิน 680 นาโนเมตร อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ลดลง (วัดจากปริมาณออกซิเจนที่ปล่อยออกมา) เป็นเพราะเหตุใด

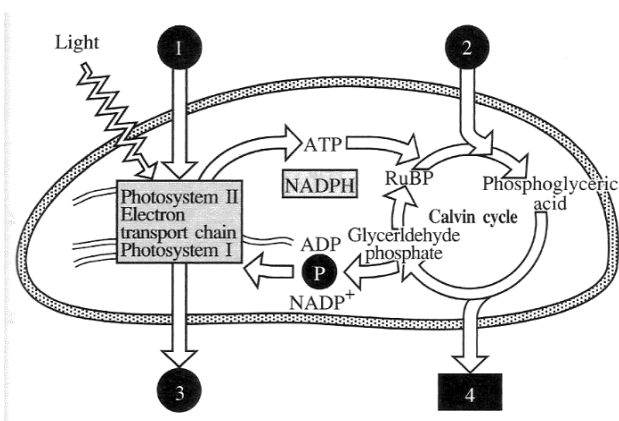
ก. คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นเกิน 650 นาโนเมตร ไม่ได้

ข. มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบ 1 เท่านั้น

ค. มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นในรงควัตถุระบบ 2 เท่านั้น

ง. เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร

จากแผนภาพใช้ตอบคำถามข้อ 7–9



7. หมายเลข 1, 2 คืออะไร

| | | | |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| ก. CO ₂ | H ₂ O | ข. H ₂ O | CO ₂ |
| ค. CO ₂ | CO ₂ | ง. H ₂ O | H ₂ O |

8. หมายเลข 3, 4 คืออะไร

| | |
|-----------------|------------------|
| 3 | 4 |
| ก. คาร์โบไฮเดรต | คาร์บอนไดออกไซด์ |
| ข. คาร์โบไฮเดรต | ออกซิเจน |
| ค. ออกซิเจน | คาร์บอนไดออกไซด์ |
| ง. ออกซิเจน | คาร์โบไฮเดรต |

9. แผนภาพที่เห็นคือ

- ก. สรุประบวนการแยกสลายน้ำ
- ข. สรุประบวนการหายใจระดับเซลล์
- ค. สรุประบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. สรุประบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจระดับเซลล์

10. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาโฟโตลิซิส

- ก. $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- ข. $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^- + 2\text{e}^-$
- ค. $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{e}^- + \text{O}_2$
- ง. $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$



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

ใบงานที่ 3.1 (5 คะแนน)

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

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาวิดีโอแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



กระบวนการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา)

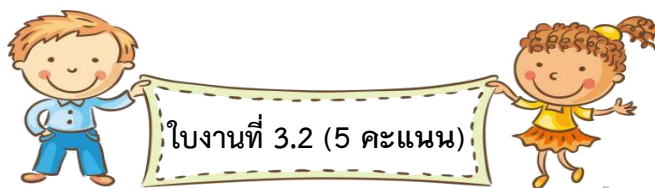
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=WF1SzE_SeaU

1. โฟโตเรสไพเรชัน คืออะไร มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชอย่างไร (วิเคราะห์ความสำคัญ) (2 คะแนน)

.....

2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กับการหายใจของคน มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์) (3 คะแนน)

.....



ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

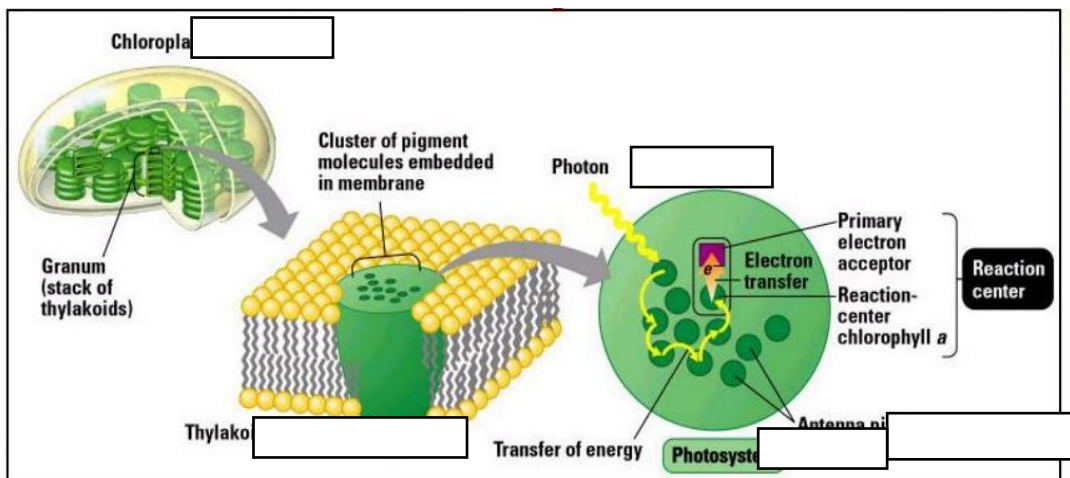
1. จงอธิบายหลักการของการตรึง CO₂ ของวัฏจักรคัลวิน (วิเคราะห์หลักการ) (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. เติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (1 คะแนน)



.....

.....

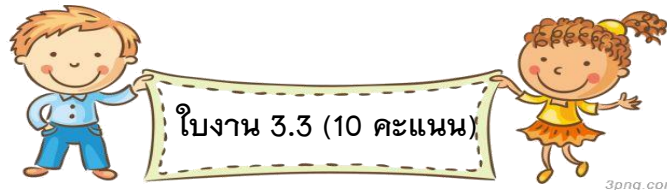
.....

3. ระบบแสง ประกอบด้วยอะไรบ้าง (2 คะแนน)

.....

.....

.....



ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

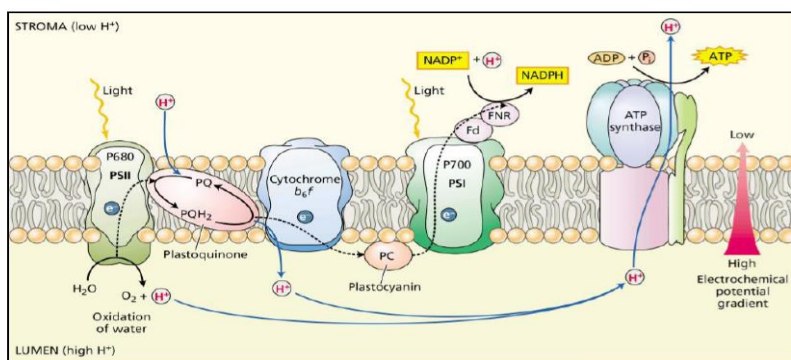
ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้น
 ดังรูปด้านล่าง (2 คะแนน)

| ข้อเปรียบเทียบ | การถ่ายทอดอิเล็กตรอน แบบเป็นวัฏจักร | การถ่ายทอดอิเล็กตรอน แบบไม่เป็นวัฏจักร |
|------------------------|--|---|
| ระบบแสงที่ใช้ | | |
| โฟโตไลซิส | | |
| ATP | | |
| NADPH + H ⁺ | | |
| O ₂ | | |

2. จากภาพคือกระบวนการใด พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้น (2 คะแนน)

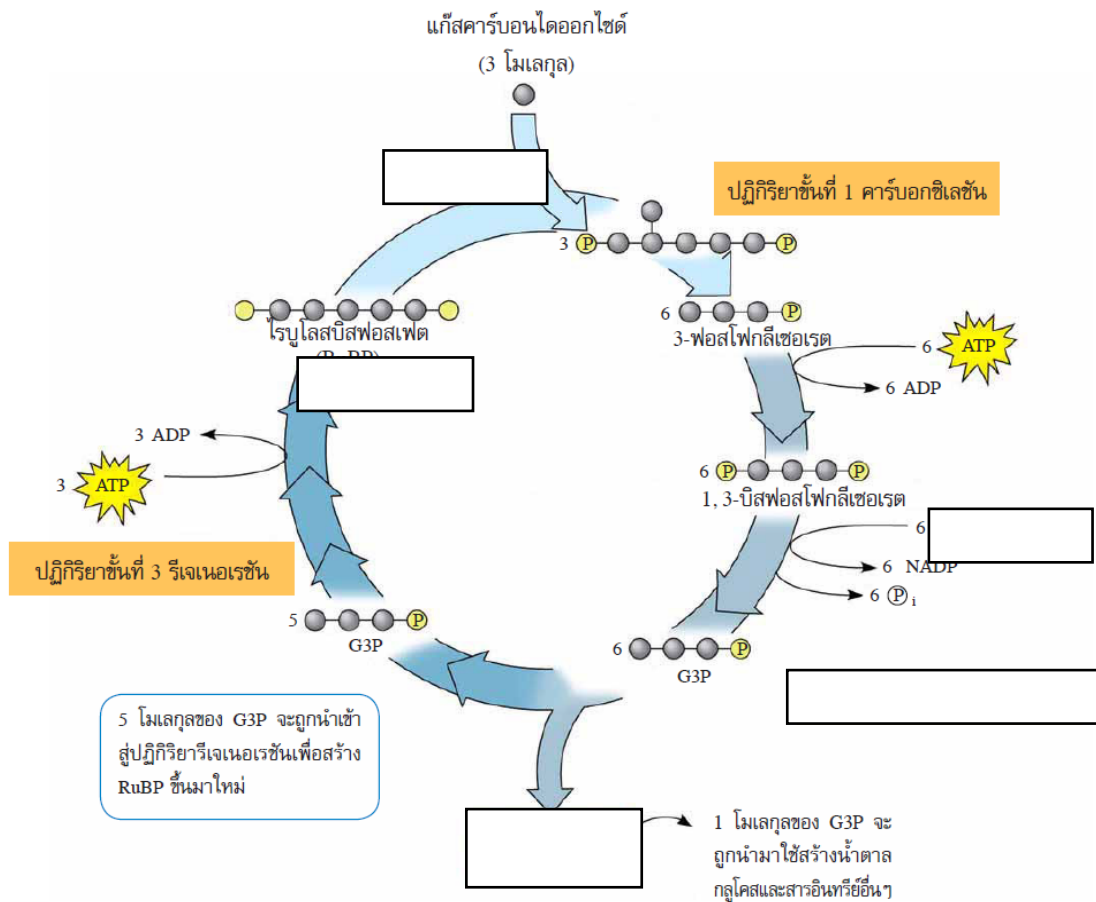


.....

.....

.....

.....



3. เติมคำตอบลงในช่องว่าง เกี่ยวกับกระบวนการเกิดวัฏจักร Calvin (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

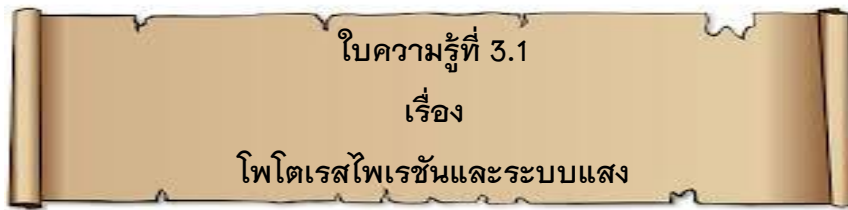
4. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้จากที่ได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไฟโตเรสไพเรชัน และนำเสนอความรู้ที่หน้าชั้นเรียน (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....



โฟโตเรสไพเรชัน (Photorespiration)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ในพืชส่วนใหญ่มีการตรึง CO_2 โดยเอนไซม์รูบิสโกของวัฏจักรคัลวิน ซึ่งเป็นการรวม CO_2 กับ RuBP ให้เป็นสารประกอบคาร์บอน 6 อะตอมที่ไม่อยู่ตัว และจะแตกตัวออกเป็นสารประกอบคาร์บอน 3 อะตอม 2 โมเลกุล คือ 3-ฟอสโฟกลีเซอเรต ซึ่งเป็นสารอินทรีย์คาร์บอนตัวแรกที่เกิดขึ้น จึงเรียกพืชเหล่านี้ว่าพืช C3 ได้แก่ พืชพวกข้าว ข้าวสาลี ถั่วเหลือง พบว่า พืชเหล่านี้จะสร้างอาหารได้น้อยลงในวันที่อากาศร้อนและแห้งแล้งเนื่องจากพืชจะปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้ระดับ CO_2 ในใบลดลง จึงทำให้วัฏจักรคัลวินเกิดได้น้อยลง และเมื่อระดับ CO_2 ในใบลดลง เอนไซม์รูบิสโกจะทำปฏิกิริยากลับ O_2 แทนที่ CO_2 ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของ O_2 เข้าสู่วัฏจักรคัลวินแทน CO_2 แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารประกอบคาร์บอน 2 อะตอม คือ กรดฟอสโฟไกลิค (Phosphoglycolic acid) และสารประกอบคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA



PGA ยังคงอยู่ในวัฏจักรคัลวิน แต่กรดฟอสโฟไกลิค จะออกจากคลอโรพลาสต์ ไปเข้าเพอร์ออกซิโซม (Peroxisome) และไมโทคอนเดรีย จนสลายเป็น CO_2 และมักจะออกจากพืชไปกระบวนการนี้เรียกว่า โฟโตเรสไพเรชัน เพราะ

- 1) เกิดในที่ที่มีแสง
- 2) ใช้ ออกซิเจนไปคล้ายกับการหายใจ แบบใช้ออกซิเจน
- 3) ยังได้ CO_2 และน้ำคล้ายกับการหายใจแบบใช้ออกซิเจนแต่ที่ต่างจากการหายใจแบบใช้ออกซิเจน คือ กระบวนการนี้ไม่มีการสร้าง ATP และต่างจากการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ ไม่มีการสร้างอาหาร โฟโตเรสไพเรชันทำให้ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง เพราะมีการนำสารประกอบคาร์บอนที่ต้องใช้ในวัฏจักรคัลวินออกไป

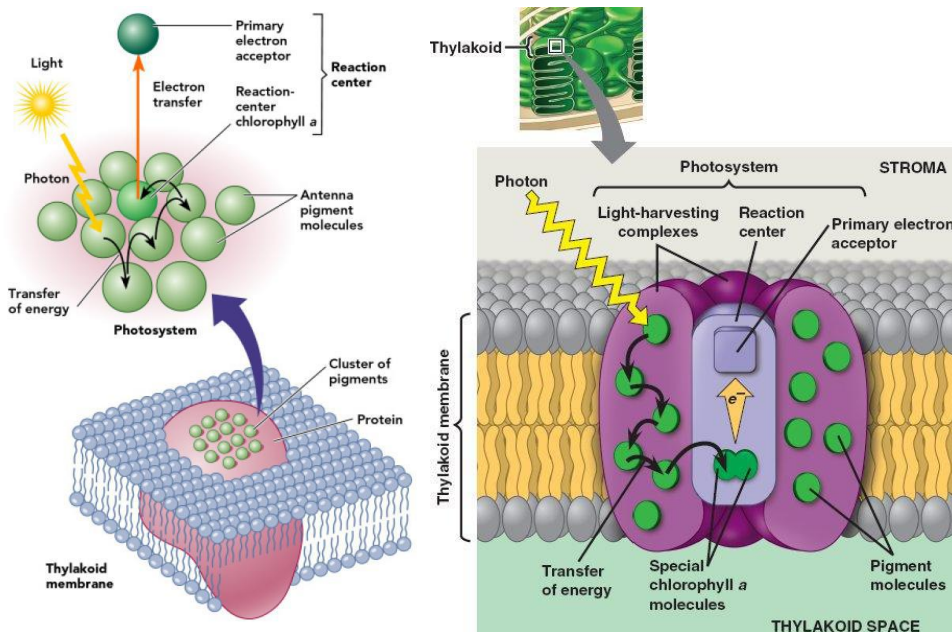
โฟโตเรสไพเรชัน หมายถึง กระบวนการตรึง O_2 ในคลอโรพลาสต์เมื่อได้รับแสง กระบวนการนี้ จะเกิดขึ้นในสภาพที่ใบพืชได้รับแสงมาก แต่มีปริมาณ CO_2 น้อย ทำให้ RuBP ตรึง O_2 ได้มากขึ้นตามปกติ พืชมีกระบวนการตรึง CO_2 (กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง) O_2 (โฟโตเรสไพเรชัน) เกิดขึ้นพร้อมกันอยู่แล้ว โดยมีสัดส่วนระหว่างการตรึง CO_2 : การตรึง $O_2 = 3 : 1$ สัดส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเข้มข้นของ CO_2 และ O_2 ในเซลล์

ทั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และโฟโตเรสไพเรชัน ต่างก็ใช้เอนไซม์รูบิสโก เหมือนกัน แต่การสังเคราะห์ด้วยแสงใช้เอนไซม์รูบิสโกในการตรึง CO_2 ส่วนโฟโตเรสไพเรชันใช้เอนไซม์รูบิสโกในการตรึง O_2

สภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดโฟโตเรสไพเรชันได้ดี คือ สภาพแวดล้อม ที่มีแสงแดดจัด มีความร้อนและแห้งแล้ง ซึ่งทำให้ปากใบปิด แต่พืชบางชนิดมีการปรับตัว เพื่อให้โฟโตเรสไพเรชันเกิดน้อยที่สุด แม้ในสภาพที่อากาศแห้งแล้ง และร้อนจัด คือ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C4 และซีเอเอ็ม (CAM)

ระบบแสง (Photosystem)

ปฏิกิริยาที่ต้องการแสงของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จะเริ่มขึ้น เมื่อคลอโรฟิลล์ เอ หรือรงควัตถุประกอบ (Accessory pigment) ดูดกลืนแสง คลอโรฟิลล์ เอ และ บี และรงควัตถุประกอบ จะเรียงตัวกันประกอบกับโปรตีนในเยื่อไทลาคอยด์ กลายเป็นหน่วยที่เรียกว่า แอนเทนนาคอมเพล็กซ์ (Antenna complex) การเรียงตัวกันของรงควัตถุและโปรตีน จะจัดกันเป็นกลุ่มซึ่งมีระเบียบมาก โดยมีคลอโรฟิลล์ประมาณ 250–300 โมเลกุล และแคโรทีนอยด์ประมาณ 50 โมเลกุล จับกับเอนไซม์จำเพาะ และโปรตีน แอนเทนนาคอมเพล็กซ์ แต่ละอันจะดูดกลืนพลังงานแสงและส่งต่อเป็นทอด ๆ ไปยังศูนย์กลางปฏิกิริยา (Reaction center) ศูนย์กลางปฏิกิริยาแต่ละศูนย์ ประกอบด้วย คลอโรฟิลล์เอ และโปรตีนรวมกันซับซ้อน และมีตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transfer) อยู่ด้วย พลังงานแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีที่ศูนย์กลางปฏิกิริยา โดยอาศัยปฏิกิริยาของตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอน



ภาพระบบแสง : คลอโรฟิลล์และรงควัตถุประกอบเรียงกันอยู่ในแอนเทนนาคอมเพล็กซ์ ซึ่งจะรับพลังงานแสง และส่งต่อไปยังศูนย์กลางปฏิกิริยา เมื่อถึงคลอโรฟิลล์ P 700 หรือ P 680 ในศูนย์กลาง ปฏิกิริยาอิเล็กทรอนิกส์ตรอนของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้น และถ่ายทอดอิเล็กตรอนไปยังตัวรับอิเล็กตรอน

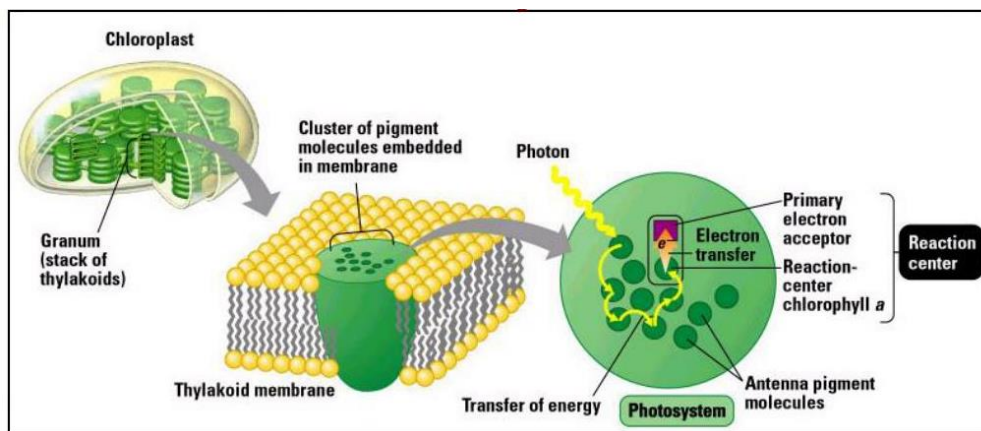
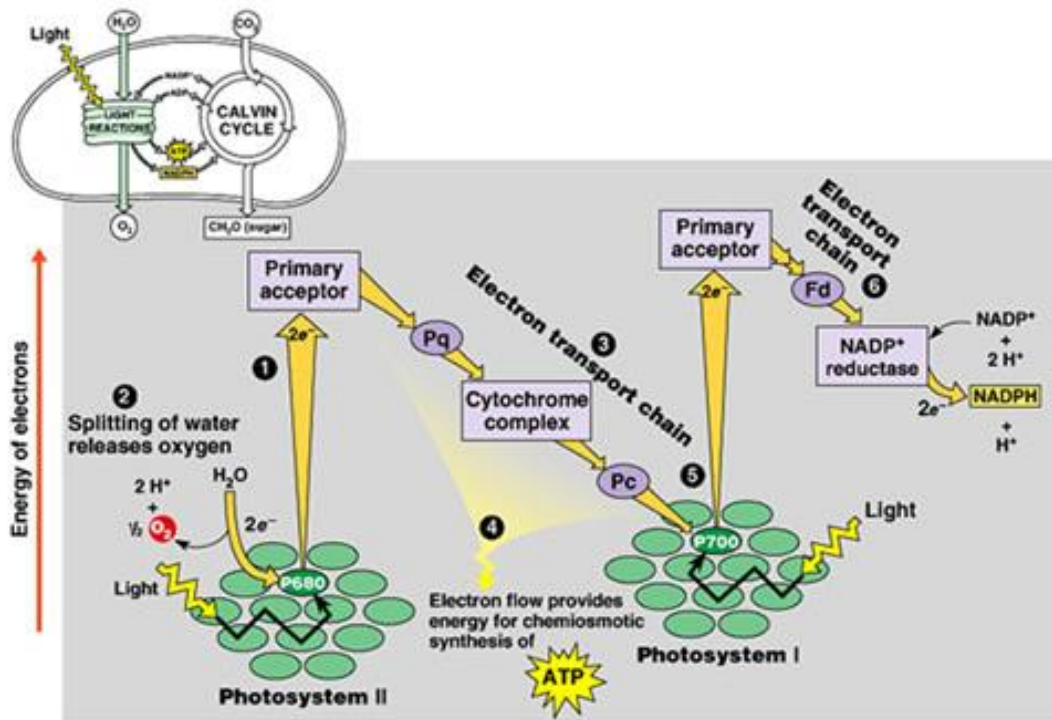
สรุป ระบบแสงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ก) **แอนเทนนาคอมเพล็กซ์** ประกอบด้วย คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ยึดกันและยึดกับเยื่อไทลาคอยด์ ทำหน้าที่จับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งต่อพลังงานจากรงควัตถุที่อยู่ติดกันจนถึงศูนย์กลางปฏิกิริยา

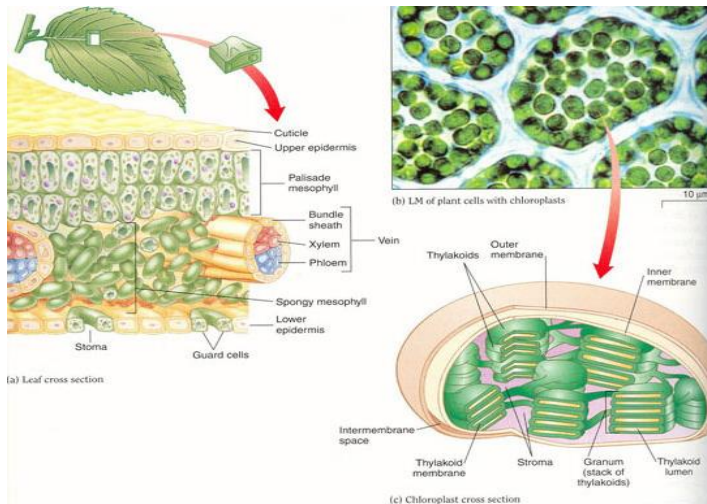
ข) **ศูนย์กลางปฏิกิริยา** ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ 1 คู่ ทำหน้าที่รับพลังงานโฟตอน และถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่อยู่ในสภาพเร้าไปยังตัวรับอิเล็กตรอนที่อยู่นอกคลอโรฟิลล์เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานเคมี

คลอโรฟิลล์ของศูนย์กลางปฏิกิริยา มี 2 ชนิด คือ ชนิดหนึ่งดูดกลืนแสงได้มากที่สุดที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร จึงเรียก P 700 คอมเพล็กซ์ ที่มี P700 จึงเรียกระบบแสง I หรือไฟโตซิสเต็ม I

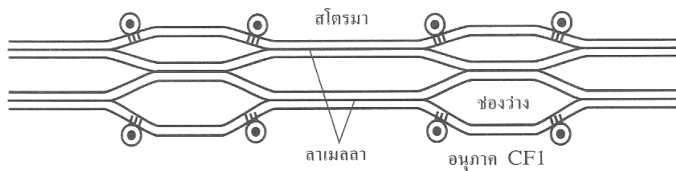
ส่วนคลอโรฟิลล์อีกชนิดหนึ่งที่ศูนย์กลางปฏิกิริยาดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร จึงเรียก P680 คอมเพล็กซ์ที่มี P680 จึงเรียกว่าระบบแสง II หรือไฟโตซิสเต็ม II



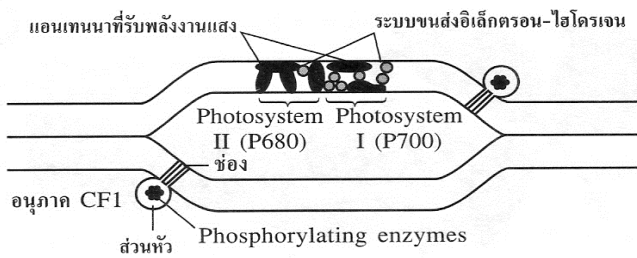
ภาพแผนภาพแสดงระบบแสง โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ (c) ทำหน้าที่รับพลังงานแสงเรียกว่า แอนเทนนา เมื่อถูกกระตุ้นจากโฟตอนจะถ่ายทอดพลังงานผ่านโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ไปสู่คลอโรฟิลล์ที่เป็นศูนย์ปฏิกิริยา ทำให้ปล่อยอิเล็กตรอนออกมา จะเห็นได้ว่ามีการทำงานร่วมกันเป็นระบบตั้งแต่ตัวรับอิเล็กตรอน แอนเทนนา และศูนย์ปฏิกิริยา จึงรวมเรียกว่า ระบบแสง



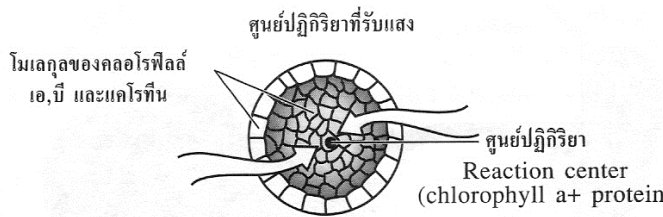
ก. เม็ดคลอโรพลาสต์



ข. ไทลาคอยด์



ค. ไทลาคอยด์ 1 อัน



ง. แอนเทนนาที่รับพลังงานแสง (มองจากด้านบน)

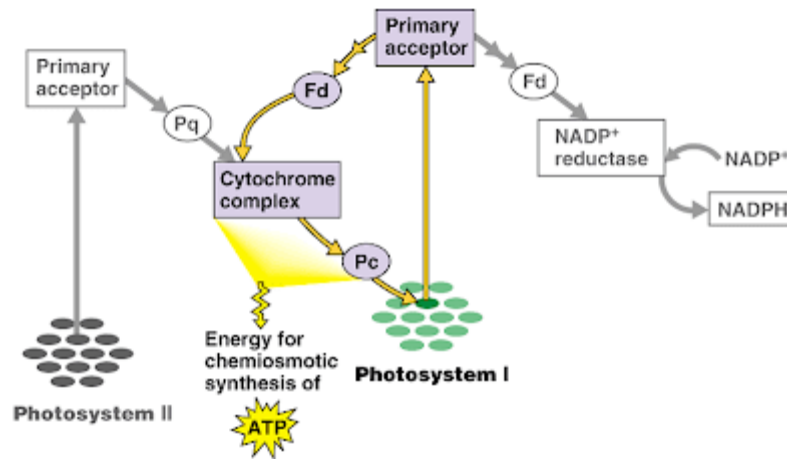
ภาพ ตำแหน่งของระบบแสง (Photosystems)

ก. ใบไม้ประกอบด้วยเซลล์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก ภายในเม็ดคลอโรพลาสต์ ประกอบด้วย กรานุมมากมาย และสโตรมา

ข. กรานุมประกอบด้วยไทลาคอยด์เรียงซ้อนกันเป็นตั้ง แต่แผ่นที่เรียงซ้อนกัน เรียกว่า ลามลลา (Lamellae)

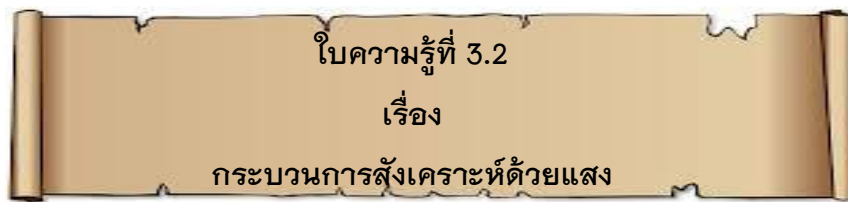
ค. ที่เยื่อของไทลาคอยด์มีระบบแสง 2 ชนิด คือ Photosystem I (P 700) และ Photosystem II(P 680) และอนุภาค CF1 ที่สร้าง ATP

ง. แอนเทนนา ที่รับพลังงานแสงที่มีคลอโรฟิลล์ เอ ที่ถูกกระตุ้นให้ปล่อยอิเล็กตรอน (ศูนย์ปฏิกิริยา) และโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีน



ภาพ การรับพลังงานของระบบแสง

ระบบแสงที่ทำหน้าที่รับพลังงานแสงอยู่ที่เยื่อไทลาคอยด์ ระบบแสงประกอบด้วย แอนเทนนาคอมเพล็กซ์ (Antenna complex), ศูนย์ปฏิกิริยา (Reaction center) และตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรก (Primary electron acceptor) แอนเทนนา ยังประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ เมื่อโฟตอนมากระตุ้นคลอโรฟิลล์ พลังงานจะถูกถ่ายทอดจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลถัดไป จนกระทั่งถึงศูนย์ปฏิกิริยา



ขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี เราจึงเรียกกระบวนการนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า photochemical reaction ที่สำคัญกระบวนการนี้ยังถือได้ว่าเป็นกระบวนการเดียวที่สามารถนำพลังงานแสงเข้ามาสู่ระบบนิเวศ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 กระบวนการ และแต่ละกระบวนการจำเป็นต้องใช้แสง ได้แก่

- 1) ปฏิกิริยาแสง (light reaction)
- 2) ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fixation reaction)

1. ปฏิกิริยาแสง Light reaction

1.1 สถานที่เกิดปฏิกิริยา : Thylakoid membrane

1.2 องค์ประกอบที่สำคัญ :

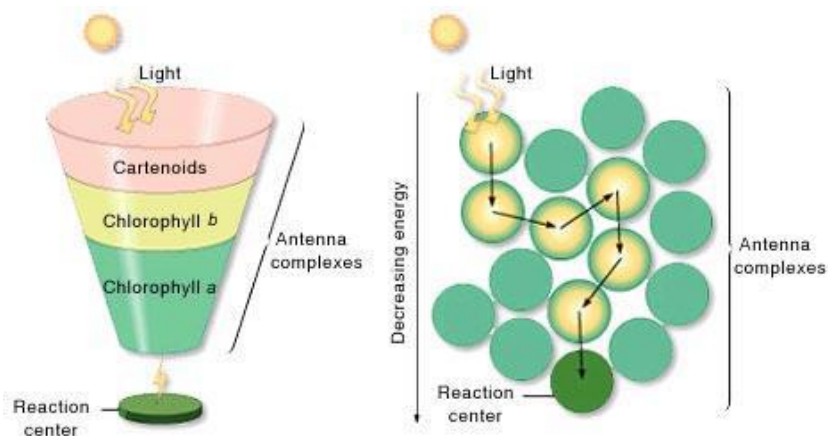
(1) ระบบแสง (photosystem : PS) คือ หน่วยสังเคราะห์ด้วยแสงที่อยู่บน thylakoid membrane แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามความยาวคลื่นของพลังงานที่ใช้กระตุ้น

(1.1) Photosystem I : รับพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 700 nm = P700 = PSI

(1.2) Photosystem II : รับพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 680 nm = P680 = PSII

(2) Antenna คือ กลุ่มของรงควัตถุต่าง ๆ ที่ฝังตัวอยู่บนโปรตีน และเป็นส่วนหนึ่งของระบบแสง (PS)

(3) ศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง (reaction center) คือ chlorophyll a ชนิดพิเศษ ที่จะขึ้นมาจับพลังงานแสงที่ถูกถ่ายทอดมาจากความร่วมมือของระบบแสง และ antenna การที่ขึ้นมาจับพลังงานดังกล่าวจะต้องถ่ายทอดมาจนถึงค่าพลังงานกระตุ้นนั้น ๆ



ภาพแสดงการส่งพลังงานแสงมายัง antenna และ reaction center

1.3 วิธีของการถ่ายทอดอิเล็กตรอน มี 2 แบบ คือ

(1) การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (Non-cyclic electron transfer)

(1.1) ① แสง → ส่งผ่านไปยังกลุ่มรงควัตถุดูดซับ (antenna) →

② ส่งต่อไปยัง chlorophyll a ซึ่งเป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยา (reaction center) คือ PSI (P700) และ PSII (P680)

(1.2) เมื่อ chlorophyll a ที่ PSI และ PSII ถูกกระตุ้นจะปล่อย e^- ให้กับตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรก (primary acceptor)

(1.3) ที่ PSI เมื่อส่ง e^- ให้กับ 1° acceptor → จะส่งไปยัง Ferredoxin (Fd) ที่ละลายอยู่ใน stroma → จากนั้น $NADP^+$ จะมารับ e^- → เกิดเป็น NADPH

** จะเห็นว่า e^- ของ chlorophyll a ที่ PSI (P700) จะไม่ย้อนกลับสู่ PSI อีก จึงทำให้ PSI ต้องการ e^- และจะถูกชดเชยโดย PSII ในภายหลัง

(1.4) ③ ที่ PSII เมื่อส่ง e^- ให้กับ 1° acceptor เรียกการจ่าย e^- นี้ว่า Photo oxidation (ดังนั้น PSII จะต้องการ e^- มาก จึงไปแย่ง e^- จากน้ำใน lumen ทำให้น้ำแตกตัว โดยมีธาตุ Mn และ Cl เข้าช่วย เรียกการแตกตัวของน้ำประเภทนี้ว่า Photolysis หรือ Hill's reaction) ④ e^- จาก 1° acceptor จะส่งต่อไปยังตัวรับ e^- ต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้

Plastoquinone (Pq) → Cytochrome complex (Cyt) → Plastocyanin (Pc)
→ และ e^- ถูกส่งไปชดเชยให้กับ PSI ต่อไป

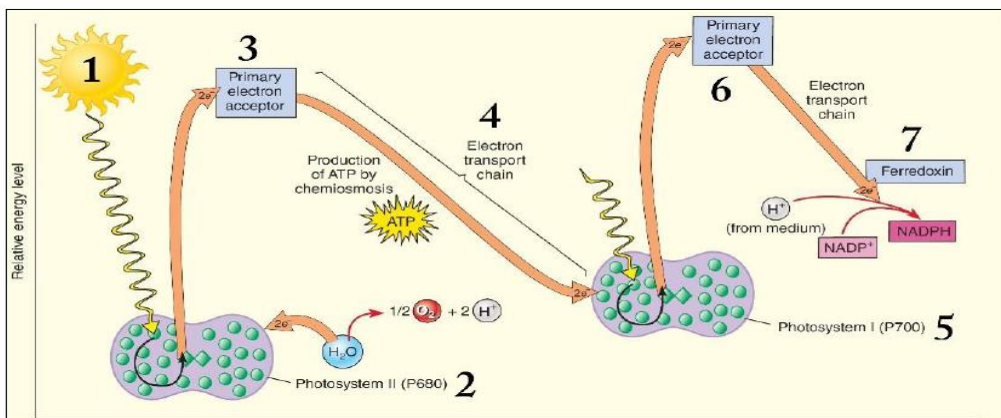
(1.5) ⑤ e^- จะถูกส่งมายัง PSI → ⑥ แล้ว e^- จะส่งไปยัง 1° acceptor → ⑦ และส่งไปที่ Ferredoxin (Fd) ที่ละลายอยู่ใน stroma → ⑧ จากนั้น $NADP^+$ จะมารับ e^- → เกิดเป็น NADPH

** ในขณะที่ถ่ายทอด e^- พลังงานแสงที่สะสมใน e^- ของ PSII จะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมา นำมาปั๊มโปรตอน (H^+) จาก stroma เข้าไปใน thylakoid lumen (ในที่นี้มี pH ต่ำ เพราะ H^+ เป็นกรด กรดมาก pH จึงต่ำมาก) เมื่อใน lumen มี H^+ มาก มันจึงแพร่กลับเข้ามาใน stroma โดยผ่านเอนไซม์ ATP synthase H^+ จึงไปกระตุ้นให้ ATP synthase สร้าง ATP จาก ADP และ หมู่ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) → ใน stroma

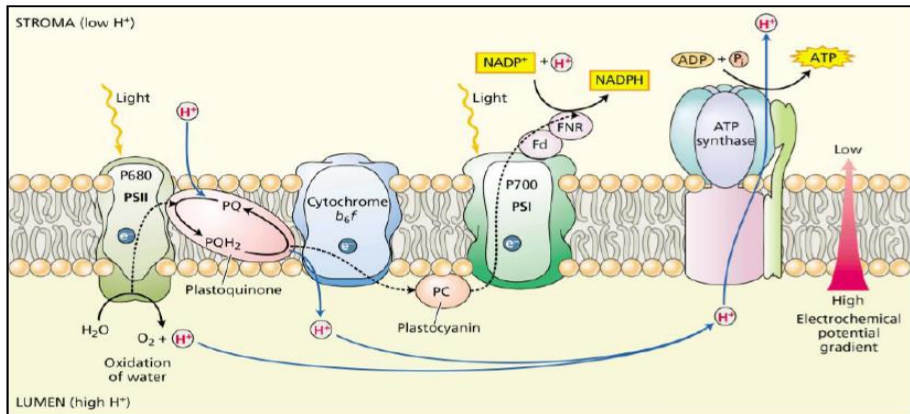
** การสร้าง ATP โดยการนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีในรูปพันธะพลังงานสูง ของ ATP เรียกรการสร้าง ATP แบบนี้ว่า Photophosphorylation

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non-cyclic electron transfer) เมื่อระบบแสงทั้ง 2 ระบบได้รับพลังงานแสง สารสีจะดูดกลืนพลังงานแสงไว้และส่งผ่านไปยังศูนย์กลางปฏิกิริยาของระบบแสง และทำให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอที่ระบบแสง II ถูกกระตุ้น จึงปล่อยอิเล็กตรอนให้กับโมเลกุลของสารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนต่อไปเข้าสู่การถ่ายทอดอิเล็กตรอนและไปยังระบบแสง I

อิเล็กตรอนที่หลุดออกไปจากคลอโรฟิลล์เอในระบบแสง I จะไม่ย้อนกลับคืนสู่ระบบแสง I อีก เพราะมี $NADP^+$ ซึ่งเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายมารับอิเล็กตรอนไปกลายเป็น NADPH



ภาพแสดงกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร เรียงตามลำดับ



ภาพแสดงกระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และการเกิด Chemiosmosis

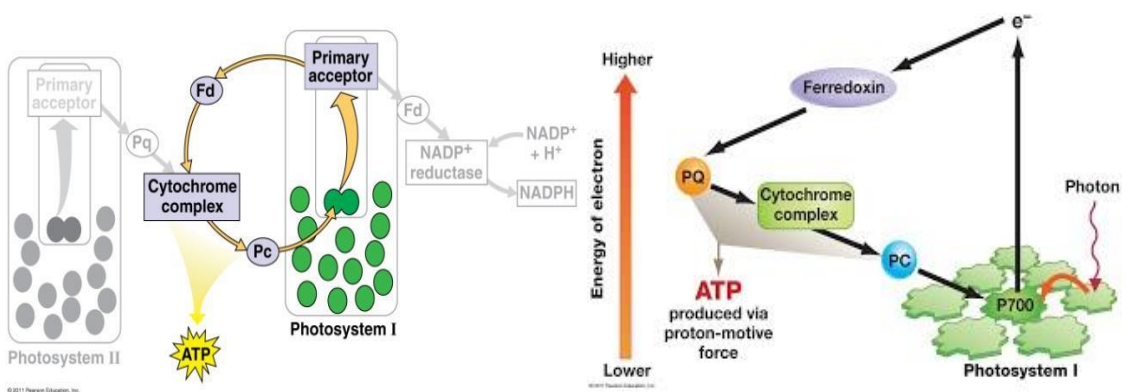
(2) การถ่ายเทอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (Cyclic electron transfer)

(2.1) แสงส่องไปยังกลุ่มรงควัตถุดูดซับ (antenna) ส่งต่อไปยัง chlorophyll a ซึ่งเป็นศูนย์กลางของปฏิกิริยา (reaction center) คือ PSI (P700)

(2.2) เมื่อ chlorophyll a ที่ PSI ถูกกระตุ้นจะปล่อย e⁻ ให้กับตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรก (primary acceptor)

(2.3) เมื่อส่ง e⁻ ให้กับ 1° acceptor จะส่งไปยัง Ferredoxin ที่ละลายอยู่ใน stroma จากนั้นจะส่งต่อไปยัง Cytochrome complex และ Plastocyanin

(2.4) หลังจากนั้นจะกลับไปยัง PSI ในหมายเลข □ วนเป็นวัฏจักร เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ



ภาพแสดงกระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) เป็นการถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นเมื่อระบบแสง I ได้รับพลังงานแสง สารสีในระบบแสง I จะรับพลังงานแสงและถ่ายทอดพลังงานไปยังคลอโรฟิลล์เอที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยาระบบแสง ทำให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์เอมีพลังงานสูงและหลุดออกมา ซึ่งจะมีตัวรับอิเล็กตรอนมารับแล้วถ่ายทอดกลับมายังระบบไซโทโครมคอมเพล็กซ์ จากนั้นจะส่งผ่านตัวนำอิเล็กตรอนต่าง ๆ อิเล็กตรอนก็จะกลับมายังคลอโรฟิลล์เอของระบบแสง I อีกครั้ง

การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ fixation) ด้วย Calvin cycle

2.1 สถานที่เกิด: stroma ของ chloroplast (**รงควัตถุสีเขียวที่อยู่ในเซลล์**)

2.2 CO₂ fixation ด้วย Calvin cycle (หรือ Calvin-Benson cycle) ในพืชประเภทต่าง ๆ

(1) พืช C3 หรือพืชทั่วไป จะเกิดกระบวนการนี้ใน stroma ของ chloroplast ที่ mesophyll cell

(2) พืช C4 หรือพืชในเขตร้อน จะเกิดกระบวนการนี้ใน stroma ของ chloroplast ที่ bundle sheat cell

(3) พืช CAM (Crassulacean acid metabolism) หรือพืชแห้งแล้ง จะเกิดกระบวนการนี้ใน stroma ของ chloroplast ที่ mesophyll cell

2.3 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ปฏิกิริยาขั้นที่ 1 Carboxylation หรือ Carbondioxide fixation

(1) เริ่มต้นจากสารตั้งต้นคือ RuBP (Ribulose-1,5-bisphosphate) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมและหมู่ฟอสเฟต 2 หมู่ โดย RuBP

(2) RuBP จะทำปฏิกิริยารวมตัวกับ CO₂ มีตัวเร่งปฏิกิริยา คือ เอนไซม์ Rubisco (ribulose bisphosphate carboxylase oxygenase)

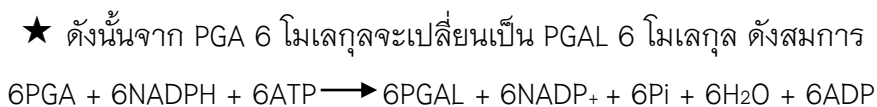
(3) ได้เป็นสารประกอบใหม่ที่มีคาร์บอน 6 อะตอม สารที่เกิดขึ้นใหม่นี้เป็นสารไม่เสถียร จะสลายไปเป็นกรดที่มีคาร์บอน 3 อะตอม และหมู่ฟอสเฟต 1 หมู่ คือ PGA (phosphoglycerate) จำนวน 2 โมเลกุล ** ซึ่ง PGA จัดเป็นสารเสถียรตัวแรกของวัฏจักร

★ ดังนั้น ถ้าเริ่มต้นจาก RuBP 3 โมเลกุล รวมตัวกับ CO₂ 3 โมเลกุล จะได้ PGA 6 โมเลกุล ดังสมการ $3\text{CO}_2 + 3\text{RuBP} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{PGA}$

ปฏิกิริยาขั้นที่ 2 Reduction

(1) PGA ที่ได้จากปฏิกิริยาขั้นที่ 1 จะรับ e^- จาก NADPH (นั่นคือเป็นการนำ PGA มารีดิวซ์ด้วย NADPH) และทำปฏิกิริยาพลังงานจากการสลายตัวของ ATP ที่ได้จากปฏิกิริยาแสง (light reaction)

(2) จนได้ PGAL (phosphoglyceraldehyde; glyceraldehydes-3-phosphate: G3P) เป็นสารที่ประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอมและฟอสเฟต 1 หมู่



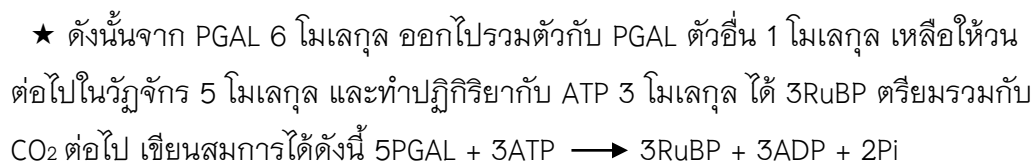
** น้ำตาล PGAL ที่ได้บางตัวจะออกจาก Calvin cycle ไปพร้อมกับ PGAL ตัวอื่น กลายเป็นคาร์โบไฮเดรต ขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะ sucrose ซึ่งเป็นอาหารที่ลำเลียงใน phloem หรือแบ่งซึ่งเป็นอาหารสะสมใน vacuole ของพืช

ปฏิกิริยาขั้นที่ 3 Regeneration

เป็นขั้นตอนที่จะสร้าง RuBP ขึ้นมา ใหม่เพื่อกลับไปรับคาร์บอนไดออกไซด์อีกครั้ง

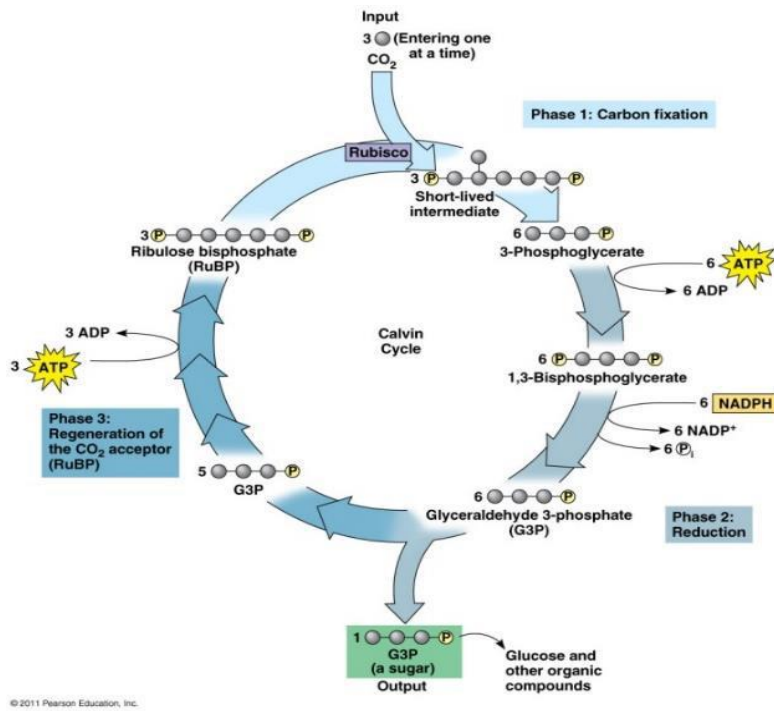
(1) น้ำตาล PGAL ที่เกิดขึ้น 6 โมเลกุลนั้น จะเปลี่ยนแปลงต่อไป โดย 5 โมเลกุลของ PGAL ทำปฏิกิริยากับพลังงานจากการสลายตัวของ ATP ที่ได้จากปฏิกิริยาแสง จำนวน 3 โมเลกุล

(2) หลังจากนั้นจะเปลี่ยนไปเป็น RuBP 3 โมเลกุล



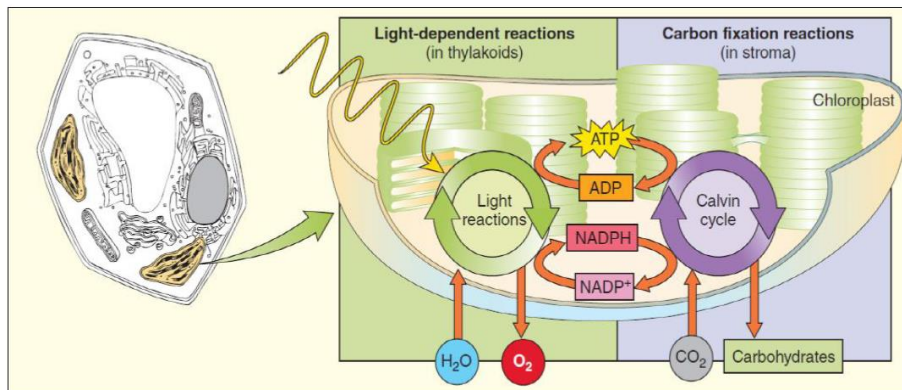
2.4 Calvin cycle ที่สมบูรณ์ 1 รอบ จะได้ PGAL (น้ำตาลที่มี C 3 อะตอม) 1 โมเลกุล ออกมา โดยต้องใช้ 9 ATP และ 6 NADPH

2.5 ถ้าหากต้องการกลูโคส (น้ำตาลที่มี C 6 อะตอม) 1 โมเลกุล ต้องเกิด Calvin cycle 2 รอบ สารต่าง ๆ ที่ใช้ก็จะต้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า



ภาพแสดง Calvin-Benson cycle

แผนภาพสรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



ภาพแสดงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์บริเวณต่าง ๆ

ที่มา : เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

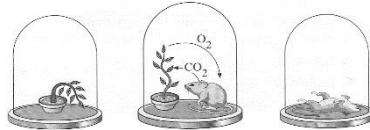
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัส ว32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบตรงกับช่องที่เห็นว่าถูกต้อง

1. การทดลองตามภาพนี้เป็นภาพของการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด

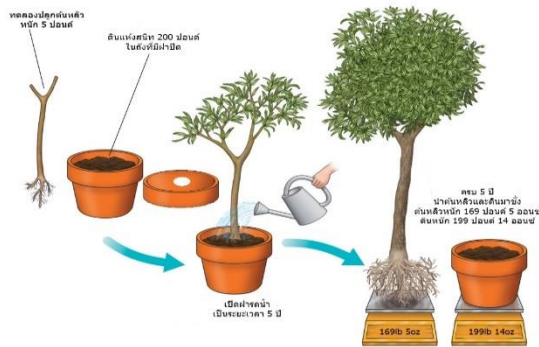


- | | |
|----------------|-------------|
| ก. พริสต์ลีย์ | ข. เฮลมอนท์ |
| ค. อินเกิน ฮูซ | ง. โชชูร์ |
2. จากภาพ ผลการทดลองนี้สรุปตรงกับข้อใด

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| ก. หนูสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ | ข. พืชสร้างออกซิเจน |
| ค. หนูและพืชใช้วัฏจักรร่วมกัน | ง. ถูกทั้ง ก, ข, ค |
 3. Joseph Priestley ค้นพบว่า อากาศเสียอาจถูกเปลี่ยนให้เป็นอากาศดีได้โดยใช้สิ่งใด

| | |
|--|---------------------------------|
| ก. ต้นไม้ แสง CO_2 และ H_2O | ข. ต้นไม้ แสง และ CO_2 |
| ค. ต้นไม้และแสง | ง. ต้นไม้ |
 4. Jan Ingen Housz ค้นพบว่า คาร์บอนไดออกไซด์สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นสารอินทรีย์กับออกซิเจนได้โดยอาศัยปัจจัยใด

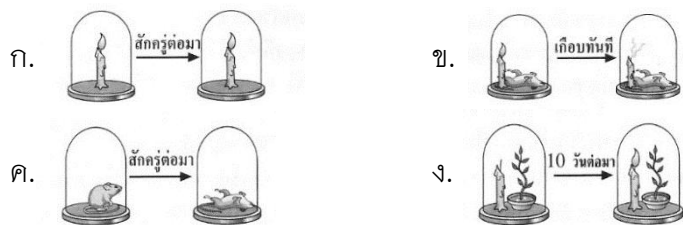
| | |
|--|---------------------------------|
| ก. ต้นไม้ แสง CO_2 และ H_2O | ข. ต้นไม้ แสง และ CO_2 |
| ค. ต้นไม้และแสง | ง. ต้นไม้ |



5. การทดลองที่เห็นในภาพเป็นผลงานของใคร

- ก. โจเซฟ ปริสต์ลีย์
- ข. ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมอนท์
- ค. แจน อินเกิน ฮูซ
- ง. นิโคลาส ซีโอดอร์ เดอ โซซูร์

จากภาพข้างล่างใช้ตอบคำถามข้อ 6-7



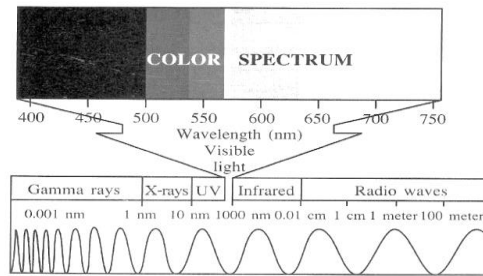
6. ผลการทดลองนี้สรุปได้ตรงกับข้อใด

- ก. ฟอสฟอรัสทำให้อากาศเสียเป็นอากาศดี
- ข. ฟอสฟอรัสทำให้อากาศดีเป็นอากาศเสีย
- ค. หนูทำให้อากาศเสียเป็นอากาศดี
- ง. หนูทำให้อากาศที่ใช้ในการลุกไหม้แล้วติดไฟอีก

7. หลายครั้งที่ปริสต์ลีย์แบ่งอากาศหลังจากเทียนไขลุกไหม้และดับแล้วออกเป็น 2 ส่วน เอาฟอสฟอรัสใส่ไว้ในส่วนหนึ่ง และปล่อยให้อีกส่วนหนึ่งคงบรรจุอยู่ภายใน ภาชนะแก้ว ที่คว่ำไว้ในน้ำแต่ไม่มีฟอสฟอรัส ทุกครั้งที่จุดเทียนไขจะพบว่าเทียนไขจะไม่ดับในอากาศส่วนแรก แต่จะดับในอากาศส่วนที่สองปริสต์ลีย์ทำเช่นนี้เพื่ออะไร

- ก. หากทดลองอันแรกไม่สำเร็จยังมีอากาศอีกชุดเอาไว้ทดลอง
- ข. การทดลองจะได้เชื่อถือได้มากขึ้น เพราะทดลองเหมือน ๆ กันหลาย ๆ หน
- ค. การทดลองจะได้เชื่อถือได้มากขึ้น เพราะทดลองแล้วพบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องมาจากฟอสฟอรัส
- ง. การทดลองอาจผิดพลาดได้หากไม่แบ่งแก๊สที่เกิดขึ้นเพื่อไว้ทดลองอีก

ใช้ข้อมูลจากแผนภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 13-14



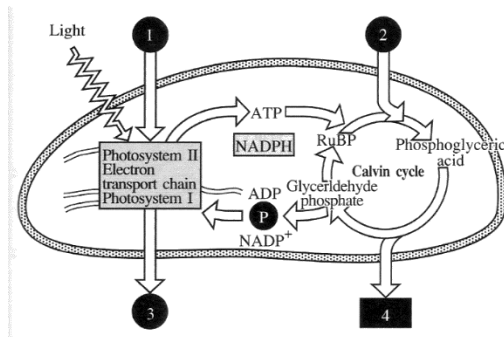
12. แผนภาพนี้แสดงเกี่ยวกับสิ่งใด

- ก. รังสีต่าง ๆ นั้น มีทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น
- ข. รังสีที่มองเห็นนั้นเป็นช่วงสั้น ๆ เมื่อเทียบกับรังสีทั้งหมด
- ค. ความยาวคลื่นของรังสีต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมากมาย
- ง. ก, ข, ค ถูก

13. ในช่วงคลื่นใดที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี

- ก. 0.001 nm – 1 nm
- ข. 400–700 nm
- ค. 1000 nm ขึ้นไป
- ง. ทั้ง ก, ข, ค

จากแผนภาพใช้ตอบคำถามข้อ 14



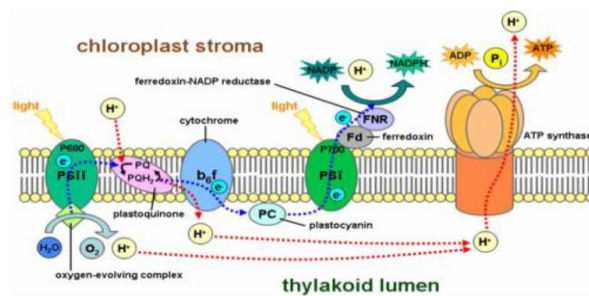
14. หมายเลข 1, 2 คืออะไร

- | | | | |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------|
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| ก. H ₂ O | CO ₂ | ข. CO ₂ | H ₂ O |
| ค. H ₂ O | H ₂ O | ง. CO ₂ | CO ₂ |

15. โฟโตไลซิส (Photolysis) คือ อะไร

- ก. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH + H⁺ ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป
- ข. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสงทำให้เกิด ATP และ NADPH + H⁺ ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก
- ค. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสงทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป
- ง. การสลายโมเลกุลของน้ำในปฏิกิริยาที่ใช้แสง ทำให้เกิด ATP และ NADPH ซึ่งถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงต่อไปอีก

ใช้ข้อมูลจากแผนภาพข้างล่างตอบคำถามต่อไปนี้



การถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง

16. ข้อใดเป็นลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบ cyclic electron transfer ในปฏิกิริยาแสง

- ก. ระบบแสง II → ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ → ระบบแสง II
- ข. ระบบแสง I → ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ → ระบบแสง I
- ค. ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ → ระบบแสง I → ไซโทโครมคอมเพล็กซ์
- ง. ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ → ระบบแสง II → ไซโทโครมคอมเพล็กซ์

17. ในปฏิกิริยาแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสง การถ่ายทอดอิเล็กตรอน แบบเป็นวัฏจักร แตกต่างจากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรอย่างไร

- ก. แบบแรกให้เฉพาะ NADPH ส่วนแบบหลังให้ NADPH และ ATP
- ข. แบบแรกให้เฉพาะ ATP ส่วนแบบหลังให้ NADPH และ ATP
- ค. แบบแรกให้ NADPH และ ATP ส่วนแบบหลังให้เฉพาะ ATP
- ง. แบบแรกให้ NADPH และ ATP ส่วนแบบหลังให้เฉพาะ NADPH

18. ข้อใดเป็นพืช C3 ทุกชนิด

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| ก. ข้าว ข้าวโพด มะละกอ | ข. อ้อย หญ้าหนวดน้อย มะเขือเทศ |
| ค. มะม่วง ลำไย ฝรั่ง | ง. บานเช้า บานเย็น บานไม่รู้โรย |

19. ข้อใดเป็นพืช C4 ทุกชนิด

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ | ข. ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง ถั่วเขียว |
| ค. กัลฉวย กัลฉวยไม้ กระหล่ำปลี | ง. ข้าวโพด อ้อย บานไม่รู้โรย |

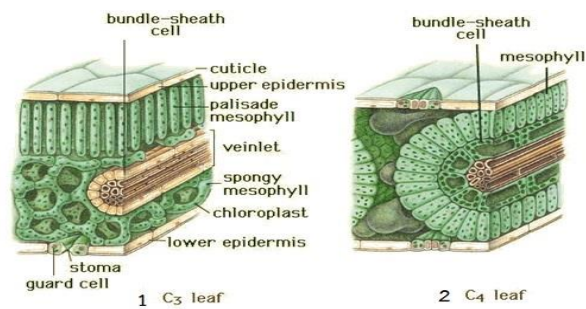
20. การหายใจของพืช C3 มีผลทำให้เกิดสิ่งใด เมื่อกำหนดให้

- A = น้ำตาลถูกออกซิไดซ์เป็น CO₂ ทั้งหมด
 B = มีการใช้พลังงานอย่างเดียว
 C = ปริมาณ PGA ลดลง
- | | |
|------------|--------------|
| ก. A และ B | ข. B และ C |
| ค. A และ C | ง. A B และ C |

21. การเพิ่มปริมาณ O₂ ในบรรยากาศมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชใต้น้ำน้อยที่สุด

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| ก. ข้าวฟ่าง | ข. ข้าวสาลี |
| ค. ข้าวฟ่าง และ ข้าวสาลี | ง. ข้าวสาลี และข้าวเจ้า |

จากแผนภาพข้างล่างใช้คำตอบคำถามข้อ 22-23



22. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับภาพใบพืช ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 |
| ก. เฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยว | พืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด |
| ข. เฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยว | พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด |
| ค. เฉพาะพืชใบเลี้ยงคู่ | พืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด |

ค. ข้อ A และ B

ง. ข้อ A และ C

27. กระบวนการเพอร์มิการตรึง CO_2 ช่วงใด และมีกลไกการตรึง CO_2 คล้ายพืชพวกใดมากที่สุด
ตอบเรียงตามลำดับ

ก. กลางวัน, ข้าวโพด

ข. กลางคืน, อ้อย

ค. กลางวัน, ถั่วลิสง

ง. กลางคืน, สับปะรด

28. ข้อใดคือความแตกต่างในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ของพืช C_4 กับพืช CAM

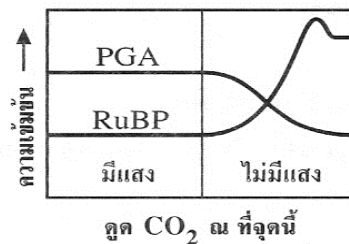
ก. เนื้อเยื่อที่มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

ข. จำนวนครั้งในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

ค. สารที่ทำหน้าที่ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

ง. สารคงตัวชนิดแรกที่ได้จากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

29. ผลการทดลองที่ได้จากพืชสีเขียวโดยให้ $^{14}\text{CO}_2$ แก่พืชแล้วตรวจหา ^{14}C ที่มีอยู่ใน PGA และ RuBP พบว่าปริมาณของ PGA เพิ่มขึ้น ส่วน RuBP ลดลง แต่เมื่อดูด CO_2 ออกผลปรากฏดังภาพ แสดงได้ว่าอย่างไร



ก. PGA เปลี่ยนเป็นสารอื่น

ข. RuBP จะเปลี่ยนเป็นสารอื่นได้จะต้องได้รับ CO_2 ค. RuBP ไม่ต้องมี CO_2 ก็เปลี่ยนเป็นสารอื่นได้ง. PGA ได้รับ CO_2 เท่านั้น จึงเปลี่ยนเป็นสารอื่น

30. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง

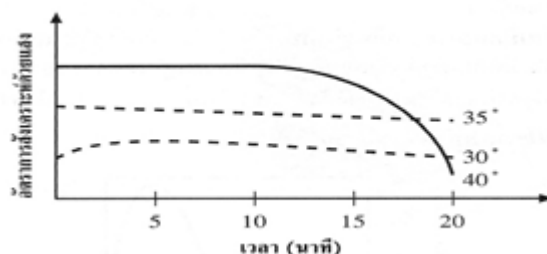
ก. PGA ในใบคงที่ เมื่อใบได้รับแสง และ CO_2 เพียงพอข. PGA ในใบคงที่ เมื่อใบไม่ได้รับแสงขณะที่มี CO_2 เพียงพอค. PGA ในใบเพิ่มขึ้น เมื่อใบไม่ได้รับแสงขณะที่มี CO_2 เพียงพอง. PGA ในใบลดลง เมื่อได้รับแสง แต่มี CO_2 ไม่เพียงพอ

31. ข้อใด ไม่ถูกต้อง

- ก. กระบองเพชร กลัวยไม้ และสับปะรดจัดเป็นพืช CAM
- ข. โฟโตเรสไพเรชันเกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์เท่านั้น
- ค. เอนไซม์ที่กระตุ้นให้สาร RuBP ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน คือ เอนไซม์รูบิสโก

ง. เวลากลางคืนพืช CAM จะตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ และไม่สามารถสร้างน้ำตาลได้ เพราะขาดแสง

จากแผนภาพข้างล่างใช้คำตอบคำถามข้อ 32-33



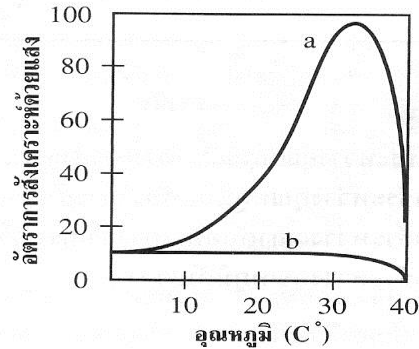
32. กราฟที่เห็น แสดงถึงสิ่งใด

- ก. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อเวลา
- ข. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ค. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

33. อุณหภูมิประมาณเท่าใดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงจะดีที่สุดหากปัจจัยอื่นเหมาะสม

- ก. ต่ำกว่า 30 °C
- ข. ระหว่าง 30-35 °C
- ค. 40 °C
- ง. มากกว่า 40 °C

จากกราฟใช้ตอบคำถามข้อ 34–35



34. a และ b คืออะไร

a

b

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ก. ความเข้มของแสงมาก | ความเข้มของแสงปานกลาง |
| ข. ความเข้มของแสงมาก | ความเข้มของแสงน้อย |
| ค. ความเข้มของแสงน้อย | ความเข้มของแสงปานกลาง |
| ง. ความเข้มของแสงน้อย | ความเข้มของแสงมาก |

35. กราฟที่เห็นแสดงผลของสิ่งใด

- การสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีต่ออุณหภูมิและแสงสว่าง
- แสงสว่างมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและอุณหภูมิ
- อุณหภูมิและแสงสว่างมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- อุณหภูมิและระยะทางของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

36. พืชสีเขียวชั้นสูงที่เจริญอยู่บนบกแสดงการปรับตัวเองให้เหมาะสมเป็นพิเศษกับหน้าที่ของมันในแง่ผลิตอาหารให้แก่กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มันเจริญอยู่ คือ ข้อใด

- มีใบแบนบางสีเขียวดกรับแสง
- มีผลและเมล็ดที่สะสมอาหาร
- มีระบบรากที่สามารถแผ่ไปได้ไกล
- มีลำต้นที่แข็งแรงและอายุยืน

37. พืชต่างเจริญงอกงามดี เมื่อปลูกในที่ร่มหรือในบ้าน เช่นนี้ชี้ให้เห็น สิ่งใดต่อไปนี้

- พืชต่างไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่าง
- พืชต่างสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แม้มีความเข้มของแสงน้อย
- พืชต่างเป็นพืชในร่ม จึงไม่จำเป็นต้องสังเคราะห์ด้วยแสง

ง. อุณหภูมิในร่มเพียงพอในการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นพลูด่าง

38. ที่ใต้ต้นไม้ใหญ่ที่มีใบหนาแน่นมาก ๆ มักจะไม่พบหญ้าขึ้นอยู่บริเวณรอบ ๆ โคนต้น
ทั้งนี้เพราะเหตุใด

- ก. มีความชุ่มชื้นมาก ข. มี CO₂ น้อย
ค. มีอาหารน้อย ง. มีแสงสว่างน้อย

39. ในฤดูร้อนของแถบศูนย์สูตรและแถบอบอุ่นของโลก พืชที่ขึ้นในแถบใดจะสังเคราะห์
ด้วยแสงได้ดีกว่ากัน

- ก. แถบศูนย์สูตร เพราะความเข้มของแสงมากกว่า
ข. แถบอบอุ่น เพราะเวลากลางวันยาวมาก
ค. ก และ ข ถูก
ง. ไม่ดีทั้งสองแบบ

40. พืชที่อยู่แถบทะเลทรายจะไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในตอนเที่ยงวัน
ทั้งนี้เพราะอะไร

- ก. ขาดน้ำที่จะไปทำปฏิกิริยาใน Light Reaction
ข. CO₂ มีโอกาสผ่านเข้าสู่ใบได้ยากขึ้น
ค. เอนไซม์ในกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ถูกห้าม
ง. Wave Length ของแสงไม่เหมาะสมสำหรับสังเคราะห์ด้วยแสง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัส ว32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ 30 คะแนน
2. ให้นักเรียนกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบตรงกับช่องที่เห็นว่าถูกต้อง

อ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อที่ 1

“สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีจำนวนโครโมโซมต่างกันโครโมโซมเป็นที่ยู่ของหน่วยพันธุกรรมหรือยีนโครโมโซมมีขนาดเล็กมากจนทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การศึกษารายละเอียด จำนวน และรูปร่างของโครโมโซมนั้น นักวิทยาศาสตร์มักจะนำโครโมโซมมาจัดเป็นคู่ ๆ เรียงกัน เรียกว่า แคริโอไทป์ซึ่งในการศึกษาจะต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์”

1. เพราะเหตุใดจึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม
 - ก. โครโมโซมมีสีขาวใส จึงทำให้สามารถมองเห็นได้ยาก
 - ข. เพื่อจะช่วยให้สามารถนำโครโมโซมมาจัดเรียงกันเป็นคู่ได้ง่าย
 - ค. เพื่อใช้ศึกษารายละเอียด จำนวน และรูปร่างของโครโมโซม
 - ง. โครโมโซมมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

อ่านข้อความที่กำหนด แล้วตอบคำถามข้อ 2

ปัจจุบันอุบัติเหตุรถชนที่เกิดขึ้นนั้นส่วนหนึ่งเกิดขึ้น จากการใช้งานโทรศัพท์มือถือขณะขับขี่รถเช่น คุณโทรศัพท์ ส่งข้อความ รวมไปถึงการท่องเว็บและใช้งานโซเชียลมีเดีย โดยพฤติกรรมเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนจำนวนกว่า 1.6 ล้านครั้งต่อปี หรือคิดเป็นสัดส่วนส่วนกว่า 28% ของจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด จากผลการสำรวจพบว่า ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการคุยโทรศัพท์ขณะขับขี่มากที่สุดเป็นอันดับ 1 โดยการคุยโทรศัพท์ขณะขับขี่รถส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการขับขี่ทำให้ผู้ขับขี่เสียสมาธิ มีปฏิกริยาในการตอบสนองที่ช้าลง และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจำนวนกว่า 1.4 ล้านครั้งต่อปี

2. เพราะเหตุใดการคุยโทรศัพท์ในขณะที่ขับรถ จึงก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย
- เพราะการใช้โทรศัพท์ในขณะที่ขับจะทำให้เสียสมาธิ
 - เพราะโทรศัพท์จะส่งคลื่นความถี่สูงออกมา ทำให้ผู้ขับที่ไม่มีสมาธิ
 - เพราะการใช้โทรศัพท์ในขณะที่ขับจะทำให้การสั่งการของสมองช้าลง
 - เพราะในขณะที่ใช้โทรศัพท์จะไม่สามารถได้ยินเสียงรอบข้างภายนอก

อ่านข้อความที่กำหนด แล้วตอบคำถามข้อ 3

นักสิ่งแวดล้อมท่านหนึ่งกล่าวว่า “...หมึกพิมพ์ ประกอบด้วยโลหะหนักชนิดหนึ่งก็คือ แคดเมียม หากเจอกับความร้อน จะแปรเป็นสารระเหยเข้าไปเจือปนในอากาศ และมีผลเป็นอันตรายต่อร่างกายอย่างมาก...”

3. นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการฟังว่าอย่างไร
- หมึกพิมพ์มีสารประกอบแคดเมียม
 - แคดเมียมเมื่อเจอความร้อนจะแปรสภาพ
 - แคดเมียมเป็นสารระเหยที่เป็นพิษต่อร่างกาย
 - หมึกพิมพ์ประกอบด้วยสารแคดเมียม ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย
4. “คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารอินทรีย์ที่พบในร่างกายสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สิ่งมีชีวิตจะได้รับคาร์บอนจากอาหาร ที่กินเข้าไป ซึ่งคาร์บอนจะหมุนเวียนกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม โดยการหายใจออกของสิ่งมีชีวิต และเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในร่างกายก็จะกลับสู่สิ่งแวดล้อม”
- หากปราศจากวัฏจักรคาร์บอน จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- ไม่มีผลใด ๆ ต่อสิ่งมีชีวิต
 - สิ่งมีชีวิตจะขาดแคลนแหล่งที่อยู่
 - สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถสืบพันธุ์ได้
 - สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
5. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในข้อใดที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบที่แตกต่างไปจากพวก
- ต่อไทรกับต้นไทร
 - ฉลามกับเหาฉลาม
 - นกทำรังอยู่บนต้นไม้
 - เพรียงเกาะบนตัวสัตว์

6. หลักการให้หรือรับเลือดต้องคำนึงถึงหมู่เลือดของผู้ให้และผู้รับเพราะเหตุใด
- ถ้าแอนติบอดีของผู้ให้ตรงกับผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะสลายตัว
 - ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอน
 - ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะสลายตัว
 - ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอน
7. ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน มีหลักการที่สำคัญเรื่องใด
- หลักการใช้และไม่ใช่วัยวะ
 - หลักการคัดเลือกโดยธรรมชาติ
 - หลักการผันแปรของกรรมพันธุ์
 - การถ่ายทอดลักษณะที่ได้จากการฝึกฝน
8. ข้อใดที่กล่าวเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตไม่ถูกต้อง
- ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต ต้องเป็นภาษาลาตินเสมอ หรือภาษาอื่นที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นภาษาลาติน
 - ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช และสัตว์จะเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน
 - ชื่อหมวดหมู่ทุกลำดับชั้น ตั้งแต่อาณาจักรลงไปจะต้อง มีตัวอย่างต้นแบบของสิ่งมีชีวิตนั้นประกอบการพิจารณา
 - ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชและสัตว์แต่ละหมวดหมู่จะมี ชื่อที่ถูกต้องที่สุดเพียงชื่อเดียวเรียกว่า correct name
9. แขนของคนกับขาของแมวมมีต้นกำเนิดและหน้าที่เหมือนกันหรือต่างกัน
- ต้นกำเนิดเหมือนกัน ทำหน้าที่เหมือนกัน
 - ต้นกำเนิดเหมือนกัน ทำหน้าที่ต่างกัน
 - ต้นกำเนิดต่างกัน ทำหน้าที่เหมือนกัน
 - ต้นกำเนิดต่างกัน ทำหน้าที่ต่างกัน
10. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดวิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของโลก คือข้อใด
- ความเจริญของชุมชนเมือง
 - ความเจริญของอุตสาหกรรม
 - ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

ง. การเพิ่มจำนวนประชากรมนุษย์

11. การกระทำในข้อใดเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ตนเอง โดยยึดหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

ก. การเก็บกล้วยไม้จากป่ามาขาย

ข. จับม้าน้ำมาตากแห้งเพื่อขายให้ร้านยาโบราณ

ค. เก็บเปลือกหอยตามชายหาดมาประดิษฐ์ของที่ระลึกขาย

ง. เก็บขวดพลาสติกที่ถูกทิ้งตามข้างถนนมาสะสมเพื่อนำไปขาย

อ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 12-13

“ปัจจุบันวัยรุ่นนิยมใส่คอนแทคเลนส์ โดยเฉพาะปีกอายุกันมาก บางคนก็ซื้อเพื่อเพิ่มสีสันในดวงตาและยังทำให้ดวงตาดูกลมโตตามแบบดารากาฬหรือญี่ปุ่น ซึ่งบางคนก็เห็นว่าสะดวกกว่าการใส่แว่นตาแต่บางครั้งอาจซื้อมาโดยไม่รู้วิธีการใส่ที่ถูกต้อง และคอนแทคเลนส์ที่ซื้อก็อาจไม่ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ซึ่งอาจทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่าง ๆ ต่อดวงตา หรือที่ร้ายไปกว่านั้นอาจทำให้ตาบอดได้โดยไม่รู้ตัว”

12. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากการใส่คอนแทคเลนส์ที่ส่งผลกระทบมากที่สุด

ก. เคืองตา

ข. ตาบอด

ค. ต้อเนื้อ

ง. ตาแดง

13. หากนักเรียนจำเป็นต้องซื้อคอนแทคเลนส์มาใส่ นักเรียนจะมีหลักในการเลือกซื้ออย่างไร

ก. เลือกซื้อที่มีราคาถูก

ข. เลือกตามขนาดของดวงตา

ค. ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ง. เลือกซื้อตามความพึงพอใจของตนเอง

อ่านข้อความที่กำหนด แล้วตอบคำถามข้อ 14

“เหตุที่น้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลมีจำนวนน้อยลงสาเหตุหนึ่งเกิดจากมีทรายและตะกอนจากที่สูงรอบอ่างเก็บน้ำพัดพาลงไปอยู่ในอ่างเก็บน้ำมากขึ้นนั่นเอง ถ้าไม่แก้ไขอีกหน่อยในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนก็จะตื้นจนกักเก็บน้ำได้น้อยลงเรื่อย ๆ เมื่อถึงจุดนี้เขื่อนก็จะหมดความหมาย”

14. สาระสำคัญของบทพุดนี้ตรงกับข้อใด

- ก. น้ำในเขื่อนภูมิพลน้อยเพราะมีทรายและตะกอนในอ่าง
- ข. อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเก็บน้ำได้จำนวนน้อยมาก
- ค. เขื่อนจะหมดความหมายถ้าไม่มีน้ำ
- ง. อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลเก็บน้ำไม่อยู่

15. ข้อใดไม่สอดคล้องกับข้อความต่อไปนี้

“เนื่องจากนักดำน้ำต้องทำงานอยู่ภายใต้ความกดดัน ต่อสู้กับกระแสน้ำ คลื่นลม ความหนาว เย็น ความโดดเดี่ยว อันตรายจากสัตว์ทะเล และโรคที่เกิดขึ้นจากการดำน้ำ ดังนั้นผู้ที่ทำงานใต้น้ำจะต้องเป็นผู้ที่แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ มีสติ มีการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้ดี”

- ก. ผู้ทำงานใต้น้ำทุกคนต้องมีร่างกายสมบูรณ์
- ข. ความโดดเดี่ยวทำให้นักดำน้ำเป็นโรคที่เกิดจากการดำน้ำ
- ค. กระแสน้ำคลื่นลม และอุณหภูมิเป็นปัญหาในการทำงานใต้น้ำ
- ง. อุปสรรคในการทำงานใต้น้ำอาจผ่านพ้นไปได้เพราะความมีสติ

16. กล้วยไม้ที่ขึ้นเกาะตามต้นไม้ใหญ่เพื่ออาศัยแร่ธาตุจากเปลือกไม้ เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแบบใด

- ก. ภาวะการเป็นผู้อาศัย
- ข. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน
- ค. ภาวะการเกื้อกูล
- ง. ภาวะพึ่งพากันและกัน

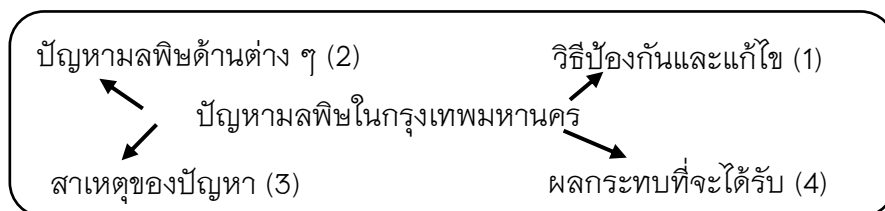
17. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ถูกต้อง

- ก. เอทิลีน : ยับยั้งการสุกของผลไม้
- ข. ออกซิน : กระตุ้นการเจริญของตาข้าง
- ค. จิบเบอเรลลิน : ยับยั้งการงอกของเมล็ดและตาข้าง
- ง. ไซโตไคนิน : กระตุ้นการแบ่งและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์

อ่านบทความแล้วตอบคำถามข้อ 18-19



18. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น น่าจะเกิดมาจากสาเหตุใด
- คนไทยส่วนใหญ่ขับรถเร็วเกินกำหนด
 - คนไทยส่วนใหญ่มักจะละเมิดกฎจราจร
 - คนไทยส่วนใหญ่ยังไม่มีความรู้ในเรื่องความปลอดภัย
 - คนไทยส่วนใหญ่มักจะมีพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่รถ
19. ข้อใดเรียงลำดับหัวข้อย่อยจากแผนผังความคิดที่กำหนดให้ได้เหมาะสมมากที่สุด



- (2), (3), (4), (1)
- (1), (2), (3), (4)
- (4), (2), (1), (3)
- (3), (1), (2), (4)

20. นักเรียนคิดว่าพลังงานนิวเคลียร์มีความสำคัญต่อมนุษย์หรือไม่ อย่างไร

- ก. ไม่มี เพราะเป็นพลังงานที่อันตราย ไม่สามารถควบคุมได้
- ข. ไม่มี เพราะเป็นพลังงานที่ไม่เสถียร อาจมีมากเกินไปจนเป็น
- ค. มี เพราะเป็นพลังงานทดแทนพลังงานธรรมชาติได้ในอนาคต
- ง. มี เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในระยะยาว

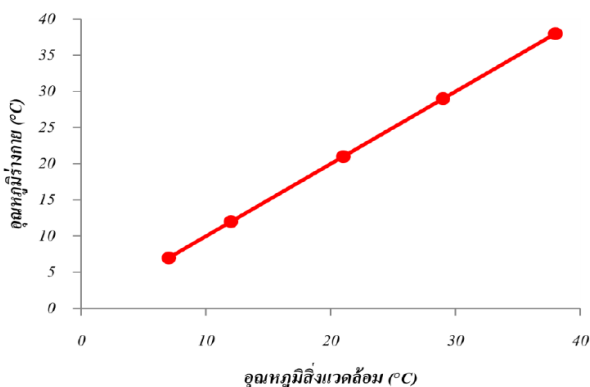
21. ถ้าแม่เป็นโรคตาบอดสีและพ่อเป็นตาปกติ ลูกชายทุกคนที่เกิดมามีลักษณะ

- ก. ลูกชายทุกคนตาบอดสี
- ข. ลูกชายปกติและบอดสีอย่างละครึ่ง
- ค. ลูกชายทุกคนตาปกติ
- ง. ลูกชายตาปกติแต่เป็น carrier

22. การหาอายุของซากฟอสซิลโบราณมีการนำหลักการทางกัมมันตภาพรังสีมาใช้ได้อย่างไร

- ก. วัดสเปกตรัมของรังสีที่แผ่ออกมา
- ข. นำรังสีไปยังฟอสซิลเพื่อวัดร่องรอยอายุ
- ค. ใช้เครื่องมือตรวจจับชนิดของรังสีที่แตกต่างกัน
- ง. ใช้หลักการสลายตัวครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี

23. แพรวนาตู้ปลาไปวางไว้ในบริเวณที่มีแสงแดดส่องตลอดเวลา โดยได้ทำการวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิร่างกายของปลาทะเลเพื่อสังเกตพฤติกรรมของปลาทะเล เมื่อระดับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ปรากฏว่าปลาทั้งหมดตายที่อุณหภูมิ 38 °C กราฟต่อไปนี้ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิร่างกายของปลาทะเล



ข้อมูลจากกราฟสนับสนุนข้อความใดที่ทำให้ปลาทั้งหมดตาย

- ก. พีชน้ำเจริญเติบโตมากเกินไป
- ข. อุณหภูมิร่างกายของปลาลงเกินไป
- ค. ปลามีการขับน้ำออกจากร่างกายมากเกินไป
- ง. ปลามีการขับแร่ธาตุออกจากร่างกายมากเกินไป

24. การกระทำในข้อใดเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ตนเอง โดยยึดหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

- ก. การเก็บกล้วยไม้จากป่ามาขาย
- ข. จับน้ำมาตากแห้งเพื่อขายให้ร้านยาโบราณ
- ค. เก็บเปลือกหอยตามชายหาดมาประดิษฐ์ของที่ระลึกขาย
- ง. เก็บขวดพลาสติกที่ถูกทิ้งตามข้างถนนมาสะสมเพื่อนำไปขาย

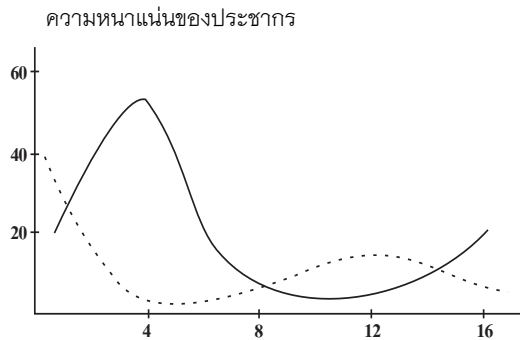
25. ข้อใดที่กล่าวเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตไม่ถูกต้อง

- ก. ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต ต้องเป็นภาษาลาตินเสมอ หรือภาษาอื่นที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นภาษาลาติน
- ข. ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช และสัตว์จะเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน
- ค. ชื่อหมวดหมู่ทุกลำดับชั้น ตั้งแต่ออกเดอรัสลงไปจะต้อง มีตัวอย่างต้นแบบของสิ่งมีชีวิตนั้นประกอบการพิจารณา
- ง. ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชและสัตว์แต่ละหมวดหมู่จะมี ชื่อที่ถูกต้องที่สุดเพียงชื่อเดียวเรียกว่า correct name

26. หลักการให้หรือรับเลือดต้องคำนึงถึงหมู่เลือดของผู้ให้และผู้รับเพราะเหตุใด

- ก. ถ้าแอนติบอดีของผู้ให้ตรงกับผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะสลายตัว
- ข. ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอน
- ค. ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะสลายตัว
- ง. ถ้าแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอน

27. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด สิ่งมีชีวิต A เส้นทึบ และ สิ่งมีชีวิต B เส้นประ สิ่งมีชีวิต A และ B ควรจะหมายถึงสิ่งมีชีวิตในข้อใดตามลำดับ



เวลา (สัปดาห์)

ก. ดอกไม้ทะเล-ปลาการ์ตูน

ข. ดอกไม้-ผีเสื้อ

ค. งูเห่า-หนูนา

ง. กัลวดยไม้-ต้นประดู่

28. ข้อใดผิดจากทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ก. เมื่อก่อนยีราฟมีทั้งคอสั้นและคอยาว ต่อมาเมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนไป ยีราฟคอสั้นไม่สามารถอยู่รอดได้ จึงสูญพันธุ์เหลือแต่ยีราฟคอยาว

ข. เมื่อก่อนยีราฟคอสั้น แต่ต่อมายืดคอกินใบไม้สูง ๆ คอจึงยาว ลักษณะ คอยาวถ่ายทอดไปถึงลูกจึงทำให้ยีราฟรุ่นหลังคอยาว

ค. แมลงศัตรูพืช ทนทานต่อยาฆ่าแมลง เพราะแมลงตัวที่กลายพันธุ์ เกิดการดื้อยาสามารถอยู่รอดมีลูกหลานไปได้

ง. กระต่ายป่าที่สีน้ำตาลจะถูกล่ามกลืนกับทุ่งหญ้าแมวป่าจึงล่ากระต่ายป่าสีขาว เป็นอาหารได้โดยง่าย

29. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดวิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของโลก คือข้อใด

ก. ความเจริญของชุมชนเมือง

ข. ความเจริญของอุตสาหกรรม

ค. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

ง. การเพิ่มจำนวนประชากรมนุษย์

30. วิวัฒนาการตามแนวคิดของ Darwin ยึดหลักเกี่ยวกับ

ก. หลักการเกี่ยวกับการแปรผัน (variation) ของสิ่งมีชีวิต

ข. หลักการเกี่ยวกับการขยายพันธุ์ (multiplication) ของสิ่งมีชีวิต

ค. หลักการเกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์ (selection) ของสิ่งมีชีวิต

ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | นางสาวสุกัญดา พรหมนิล |
| วัน เดือน ปีเกิด | วันที่ 16 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | 158 หมู่ 2 ตำบลเรณู อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ครู ชำนาญการ |
| สถานที่ทำงาน | โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม 48110 |
| ประวัติการศึกษา | |
| พ.ศ. 2542 | ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม |
| พ.ศ. 2546 | ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| พ.ศ. 2563 | ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| ประวัติการทำงาน | |
| พ.ศ. 2552 | ครูผู้ช่วย โรงเรียนกุดจิกวิทยา อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา |
| พ.ศ. 2554 | ครู คศ.1 โรงเรียนกุดจิกวิทยา อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา |
| พ.ศ. 2560 | ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนวัดบึงเหล็ก ในพระบรมราชานุเคราะห์ |