การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO MODEL ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (GRAPHIC ORGANIZERS)

โดย

วณิชชา หมั่นเรียน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูสุริยเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

THE ENHANCEMENT OF GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN PHOTOSYNTHESIS USING THE MACRO MODEL WITH GRAPHIC ORGANIZERS

BY

WANICHA MANRIAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF ARTS IN TEACHING SCIENCE

SURYADHEP TEACHERS COLLEGE

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2019

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO MODEL ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (GRAPHIC ORGANIZERS)

โดย
วณิชชา หมั่นเรียน

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2562

----------	----------
ผศ.ดร.นิสา พักตร์วิไล	ดร.ปวีณา สุจริตธนารักษ์
ประธานกรรมการสอบ	กรรมการ

ดร.วันทิกา เครือน้ำคำ
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณี ศุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
4 มิถุนายน 2563

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

THE ENHANCEMENT OF GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN PHOTOSYNTHESIS USING THE MACRO MODEL WITH GRAPHIC ORGANIZERS

by

WANICHA MANRIAN

was submitted in partial fulfillment of the requirements

for the degree of Master of Arts in Teaching Science

Rangsit University

Academic Year 2019

Asst.Prof.Nisa Pakvilai, Ph.D.

Examination Committee Chairperson

Paweena Sujaritthanarak, Ph.D.

Member

Wantika Kruanamkam, Ph.D.

Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off.Vannee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

June 4, 2020

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ ดร. วันทิกา เครือน้ำคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ รวมทั้งยังเป็นแบบอย่างที่ดีของครูผู้มีเมตตาต่อศิษย์ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งใจในความกรุณาที่ได้รับ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิสา พักตร์วิไล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. ปวีณา สุจริตธนารักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการ และอาจารย์กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ตลอดจนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กดีและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาเป็นอย่างสูงที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากร สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ รวมไปถึง เพื่อนๆสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขด้วยกันเสมอมา

ในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ผู้วิจัยได้รับทุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วณิชชา หมั่นเรียน
ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6105973 : วณิชชา หมั่นเรียน

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)

หลักสูตร : ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. วันทิกา เครือน้ำคำ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 5 แผน แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายและแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Normalized gain และ t-test แบบ Dependent sample

ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 137 หน้า)

คำสำคัญ: ผลการเรียนรู้, การสร้างคำอธิบาย, การสังเคราะห์ด้วยแสง, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ, การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model, แผนผังกราฟิก

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

6105973 : Wanicha Manrian

Thesis Title : The Enhancement of Grade 11 Students' Scientific Explanation Ability in Photosynthesis Using the MACRO Model with Graphic Organizers

Program : Master of Arts in Teaching Science

Thesis Advisor : Wantika Kruanamkam, Ph.D.

Abstract

The purposes of this classroom research were to enhance grade 11 students' scientific explanation ability and to investigate their learning achievement in the biology lesson on photosynthesis using the MACRO model with graphic organizers. The samples were 50 grade 11 students, the number of which was obtained from purposive sampling, at a school in Pathumthani during the first semester of the academic year 2019. The research instruments were 5 lesson plans on photosynthesis integrated with the MACRO model with graphic organizers, a scientific explanation ability test, and a learning achievement test. The data were analyzed using normalized gain and dependent sample t-test. The research findings revealed that the average post-test scores were higher than pre-test and their learning achievement was higher than the average pre-test score with a significance level of .01.

(Total 137 pages)

Keywords: Learning Achievement, Scientific Explanation Ability, Action Research, MACRO Model, Graphic Organizers

Student's Signature …..... Thesis Advisor's Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญรูป		**ช**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
	1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
	1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
	1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**5**
	2.1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	6
	2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model	14
	2.3 ผังกราฟิก	16
	2.4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	21
	2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**30**
	3.1 รูปแบบการวิจัย	30
	3.2 บริบทของโรงเรียน	31
	3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
	3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	42
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**43**
	4.1 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	44
	4.2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	49
บทที่ 5	**สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	**55**
	5.1 สรุปผลการวิจัย	55
	5.2 อภิปรายผล	56
	5.3 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม		**62**
ภาคผนวก		**67**
ภาคผนวก ก	รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	68
ภาคผนวก ข	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
ภาคผนวก ค	ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	105
ภาคผนวก ง	รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ	121
ประวัติผู้วิจัย		**137**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป	11
2.2	เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะตาม P-SOP	12
3.1	หัวข้อและสาระที่คัดเลือดเพื่อสร้างแบบวัดความสามรถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	33
3.2	นิยามเชิงปฏิบัติการของเกณฑ์การะประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	34
3.3	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบรูบริกส์ทั่วไป	35
3.4	ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง	38
3.5	ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง	39
4.1	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (N) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระ ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก	54

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
2.1	วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคดิของ Kemmis & McTaggart	24
2.2	กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick	25
4.1	คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	50
4.2	คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	51
4.3	คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	51
4.4	คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจเชิงแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	52
4.5	คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	52
4.6	ค่า Actual gain เฉลี่ยของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-5	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมีความสำคัญอย่างมาก มีเป้าหมายเพื่อให้ทุกคนมีการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) มีความหมายคือ การมีความรู้และความเข้าใจมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจในการเชื่อข่าวสารต่างๆ ปฏิบัติตนต่อตนเองและผู้อื่นที่อยู่ร่วมกันในสังคมอย่างเหมาะสม กล่าวได้ว่า การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญของประชาชน ซึ่งมีผลสำคัญต่อการพัฒนาของประเทศ (สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน ดี.ซี., 2559) โดยการที่จะทำให้ทุกคนมีความรอบรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องเริ่มจากการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้ที่มีไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสรุปประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อถ่ายทอดต่อไป มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดและแสดงความคิดเห็นในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (กฤตกร สภาสันติกุล, 2558) โดยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นผลสำเร็จของการที่นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการผ่านประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์และสรุปออกมาเป็นคำอธิบาย การที่ให้นักเรียนได้เกิดการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญต่อการคิดวิเคราะห์ และเข้าใจเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในการให้นักเรียนลดการจดจำข้อมูล ข้อเท็จจริงและเพิ่มความเข้าใจและการสื่อสารความเข้าใจนั้นออกมาโดยให้เหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้และใช้ชีวิตของนักเรียน นอกจากการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว ปัญหาในห้องเรียนที่พบจากการสังเกต จากผลคะแนนสอบและการบอกเล่าของครูพี่เลี้ยง แสดงให้เห็นถึงการทำคะแนนสอบได้น้อยและไม่สามารถจดจำบทเรียนที่เคยเรียนไปแล้ว และนักเรียนไม่สามารถอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและทำผลคะแนนสอบได้ดีขึ้น การใช้ผังกราฟิกจะช่วยให้การเข้าใจและรับรู้สารที่ผิดพลาดลดลง โดยการสร้างสรรค์ภาพผ่านผังกราฟิกที่หลากหลาย สามารถช่วยนักเรียนในการจำแนก สรุป แสดงความสัมพันธ์ท่ามกลางความคิด และให้เนื้อหาที่มีความหมาย นอกจากนี้การใช้ผังกราฟิกยังช่วยให้ครูสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของ

นักเรียนและส่งเสริมการพูดและการเขียนของนักเรียนให้ง่ายต่อการเข้าใจ (Mercuri, 2010) ประกอบกับในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปรวดเร็วมากขึ้น มีการใช้เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมากขึ้น ส่งผลให้การเรียนแบบบรรยายอาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากผู้เรียนรู้สึกสนใจและอยากเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ มากกว่าการเรียนในห้องเรียน จึงมีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้เข้ากับผู้เรียน ทำให้ทันต่อโลกในปัจจุบันโดยการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model ที่เป็นอีกหนึ่งการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้นี้จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์ เกิดการคิดริเริ่ม แก้ปัญหาและเข้าใจถึงสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง จากการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) (ดิเรก วรรณเศียร, 2558) และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการสื่อสารกันระหว่างเพื่อน และเผยแพร่ความรู้สู่คนรอบตัวหรือคนใกล้ตัว โดยเริ่มจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จากเรื่องใกล้ตัว จากนั้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยตรงจากการสืบค้นหาข้อมูล สัมภาษณ์ต่าง ๆ จากนั้นให้เกิดการสรุปข้อมูลดังกล่าวออกมาเป็นภาพ ข้อความสั้น ๆ ผังกราฟิก รวมถึงทำโครงงาน โดยอาจทำเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ปรึกษาและแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่ม และสุดท้ายให้เผยแพร่ข้อมูลออกสู่สาธารณะเพื่อกระจายความรู้ให้กับสังคม และผู้วิจัยคิดว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีการสื่อสาร พูดคุย และกล้าที่จะเรียนรู้กับประสบการณ์ใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง เรียนรู้จากการลงมือทำและคิดแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนและมีผลการเรียนที่ดีขึ้นได้

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์และเกิดการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น นำไปสู่การสร้างปัญหาวิจัยว่า ผู้เรียนจะมีการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาการเรียนรู้วิชาชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)

1.2.2 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)

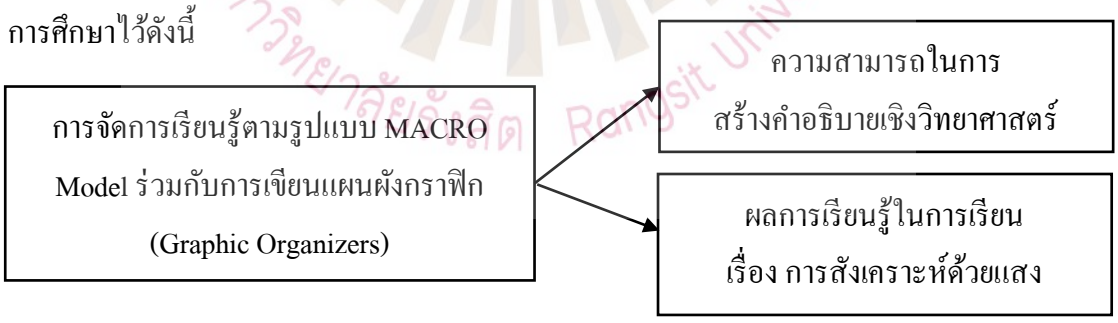
1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนจะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 นักเรียนมีผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษา เรื่อง “การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)” ซึ่งผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาไว้ดังนี้



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.5 นิยามศัพท์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสำรวจปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุป

ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และรายงานการสำรวจการทดสอบของนักเรียน โดยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นข้อสรุปของนักเรียนที่ใช้เพื่อตอบคำถาม 2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยมีได้ทั้งข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model หมายถึง การจัดการเรียนรู้บูรณาการจากแนวคิดการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มีความสนใจด้วยตัวเอง ทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถทำงานกับส่วนรวมได้ โดยผู้สอนมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกในการให้ความช่วยเหลือและใช้สื่อต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เหมาะสม ร่วมกับการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Active Learning) โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) 2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) 3) ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) 4) ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) และ 5) ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain)

ผังกราฟิก หมายถึง การสื่อสารหรือนำเสนอข้อมูลโดยมีการจัดเรียง รวบรวมข้อมูลดิบให้อยู่อย่างมีระบบและมีความเชื่อมโยงกัน ช่วยทำให้เกิดความสะดวก เข้าใจง่าย และสามารถจดจำได้ง่ายขึ้น ซึ่งในการวิจัยนี้มีการใช้แผนผังชนิด ผังมโนทัศน์ ผังลำดับขั้นตอน และ ผังวัฏจักรเป็นหลัก

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปและนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยหาแนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุดในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ กำหนดขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย 1) วางแผน (Plan) 2) การปฏิบัติ (Action) 3) การสังเกต (Observation) และ 4) การสะท้อนกลับ (Reflection)

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.2 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.1.4 การวัดและการประเมินผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

2.2.1 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model

2.2.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

2.3 ผังกราฟิก

2.3.1 ความหมายของผังกราฟิก

2.3.2 รูปแบบของผังกราฟิก

2.3.3 ประโยชน์ของผังกราฟิก

2.4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

2.4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.4.2 ความสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.4.3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.4.4 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการให้คำตอบที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและกระบวนการที่มีความน่าเชื่อถือ ทั้งยังสอดคล้องและมีความสมเหตุสมผลกับหลักฐานที่ปรากฏ

2.1.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีนักวิชาการกล่าวถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 25) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นคำอธิบายที่เกิดจากการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ยึดถือกฎและหลักฐานสามารถเปลี่ยนแปลงได้และมีพื้นฐานอยู่บนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเชื่อมโยงกับหลักฐานเป็นสำคัญ

Thagard (2012) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

Zangori and Forbes (2014, p. 617) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุและผลที่คาดว่าเกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีลักษณะสำคัญดังนี้

1) ตอบคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ

2) ลักษณะคำอธิบายขึ้นอยู่กับข้อมูลและหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบที่ตรวจสอบ

3) ให้ความเข้าใจในเรื่องใหม่

4) เสริมสร้างแนวความคิดที่มีอยู่เดิม

อารยา แจ่มใจ (2557, น. 10) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า

กฤตกร สภาสันติกุล (2558, น. 12) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การกล่าวถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่แสดงสาเหตุการเกิดกระบวนการ เพื่อหาคำตอบของข้อปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ณัฐกิจ ทองน้อย (2560, น. 18) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาปรากฏการณ์นั้นต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต ทดลอง หรือจากการสืบค้นข้อมูล

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2562, น.23) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรายงานผลหรือการสื่อความหมายโดยมีการเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และสิ่งที่เห็นประจักษ์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล ซึ่งข้อมูลอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผลของวิทยาศาสตร์

2.1.2 ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการกล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

McNeill and Krajcik (2008, p. 102) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญเนื่องจากเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทั้งเป็นกุญแจสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน และยังเป็นกิจกรรมที่กำหนดในกรอบโครงสร้างของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมถึงเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้มองเห็นภาพของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับความสำคัญของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 24) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล ตลอดจนการสร้างประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์เสมือนจริงให้กับนักเรียน จึงเป็นการพัฒนากระบวนการคิด การปฏิบัติ และสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์

อารยา แจ่มใจ (2557, น. 9) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งในส่วนของเนื้อหาและช่วยในการพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และมีการให้เหตุผลที่เหมาะสม

กฤตกร สภาสันติกุล (2558, น. 11) กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำคัญเนื่องจากเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน ชี้ให้เห็นถึงเหตุและผลของการเกิดปรากฏการต่าง ๆ โดยมีหลักฐานสนับสนุนคำตอบ รวมทั้งจัดกิจกรรมเปิดโอกาสให้ลงมือทำจริง ให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิด และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นหัวใจหลักและพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การมองเห็น สัมผัส สังเกตโดยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะสื่อสาร เข้าใจ มีทักษะการคิด และอธิบายโดยเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และหลักฐานได้

2.1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

McNeill, Lizotte, Krajcik, and Marx (2006, p. 155) กล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง คำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 28) กล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาปรากฏการณ์

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

อารยา แจ่มใจ (2557, น. 12-13) กล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้มาจากการสังเกตการปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องและการอภิปรายเป็นต้น

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

กฤตกร สภาสันติกุล (2558, น. 13) กล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อความที่ยืนยันหรือเป็นข้อสรุปของคำถาม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง สิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้น

ดังนั้นสรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน มีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นข้อสรุปของนักเรียนที่ใช้เพื่อตอบคำถาม

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยมีได้ทั้งข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์

2.1.4 การวัดและการประเมินผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการประเมินโดยการใช้แบบทดสอบความเรียงโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ลักษณะของแบบวัดและเกณฑ์การประเมิน

2.1.4.1 ลักษณะของแบบวัด

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 32) กล่าวว่า แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ สถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย มีข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งอาจจอยู่ในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ หรือ ภาพการทดลองเป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลในการอ้างอิงในการสร้างคำอธิบาย และมีคำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบ

อารยา แจ่มใจ (2557, น. 15) กล่าวว่า แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะมีจำนวนข้อและลักษณะของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับลักษณะและ

ปริมาณของเนื้อหาว่าครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ ส่วนจำนวนของแบบทดสอบก็ขึ้นอยู่กับเวลาในการทำแบบทดสอบและความสามารถในการทำแบบทดสอบของนักเรียน

กฤตกร สภาสันติกุล (2558, น. 15) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายซึ่งมีข้อมูล เช่น รูปภาพ ตาราง เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายและนักเรียนต้องอธิบายเหตุผลประกอบ

จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการอธิบายโดยจุดประสงค์ที่ชัดเจนและมีข้อมูลที่เป็นหลักฐานประกอบอยู่ในแบบวัดเช่น กราฟ ตาราง แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนได้มีการอธิบายคำตอบโดยเชื่อมโยงสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐาน ซึ่งจำนวนข้อสอบและระยะเวลาในการทำขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบ เวลาในการทำข้อสอบและความสามารถของนักเรียน

2.1.4.2 เกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics)

McNeill and Kracjcik (2008, p. 116) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในบทเรียนวิชาเคมี แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0-2 และแบ่งประเด็นในการให้คะแนนเป็น 3 ด้านตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อความหรือข้อสรุปที่เป็นคำตอบของปัญหา)	สามารถสรุปได้หรือสรุปได้ไม่ถูกต้อง	สร้างข้อสรุปได้บางส่วน	สร้างข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์
หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป)	ไม่แสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่นำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน)	สามารถให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุป	เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุปได้บางส่วนร่วมถึงให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่เพียงพอ	เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์

ที่มา: ดัดแปลงจาก McNeill & Kracjcik, 2008, p. 116

Zangori and Forbes (2014 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น. 17-18) กล่าวว่าเกณฑ์การให้คะแนนตาม P-SOP (Practices of Science Observation Protocol) ซึ่งเป็นการให้คะแนนโดยมีรากฐานมาจากลักษณะของการสืบสอบ 5 ประการ ซึ่งหนึ่งในห้าของลักษณะการสืบสอบ คือ การสร้างคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สนใจที่จะทำการตรวจสอบ ซึ่งคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประเมินจากลักษณะ 4 ลักษณะ คือ ตอบคำถามที่ต้องการทำการสำรวจตรวจคำตอบข้อมูลและหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบที่ทำการสำรวจตรวจคำตอบ ให้ความเข้าใจในเรื่องใหม่ และส่งเสริมแนวความคิดที่มีอยู่เดิม ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะตาม P-SOP

สิ่งที่ต้องการวัด	ระดับของคำอธิบาย	คะแนน
นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจขึ้นอยู่กับหลักฐาน	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานประจักษ์สนับสนุน	3
	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานสนับสนุนบางส่วน	2
	คำอธิบายที่สร้างประกอบด้วยสาเหตุและผล และมีหลักฐานที่มีน้ำหนักน้อยมากมาสนับสนุน	1
	คำอธิบายไม่มีหลักฐานมาสนับสนุน	0

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะตาม P-SOP (ต่อ)

นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจโดยตอบคำถามที่สำรวจตรวจสอบ	คำอธิบายที่สร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบทั้งหมด	3
	คำอธิบายที่สร้างสร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบบางส่วน	2
	คำอธิบายที่สร้างสร้างตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบน้อยมาก	1
	คำอธิบายที่สร้างไม่ตอบคำถามในเรื่องที่ทำการสำรวจตรวจสอบ	0
นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจใหม่	คำอธิบายที่สร้างมีความแตกต่างจากคำอธิบายที่มีอยู่เดิมและนำเสนอความเข้าใจใหม่	3
	คำอธิบายที่สร้างเสนอความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับบางมุมมองของคำอธิบายที่มีอยู่เดิม	2
	คำอธิบายที่สร้างมีลักษณะคล้ายและช่วยส่งเสริมคำอธิบายที่มีอยู่เดิม	1
	คำอธิบายที่สร้างไม่นำเสนอความเข้าใจใหม่	0
นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจโดยสร้างบนความรู้ที่มีอยู่	คำอธิบายที่สร้างมีความสัมพันธ์และแตกต่างชัดเจนระหว่างคำอธิบายที่มีอยู่เดิมกับคำอธิบายที่สร้างขึ้นใหม่	3
	คำอธิบายที่สร้างมีบางส่วนที่ยึดคำอธิบายที่มีอยู่เดิมบางส่วนของคำอธิบายที่สร้างขึ้นอยู่กับคำอธิบายเดิม	2
	คำอธิบายเดิมมีความสัมพันธ์กับคำอธิบายที่สร้างขึ้นใหม่แม้ว่าคำอธิบายเดิมไม่ได้เป็นรากฐานของคำอธิบายที่สร้าง	1
	ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายที่มีอยู่เดิมกับคำอธิบายที่สร้างขึ้นใหม่	0

ที่มา: กฤตกร สภาสันติกุล , 2558, น. 17-18

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

2.2.1 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model

การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการมาจากแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่กล่าวว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการทางปัญญา (กระบวนการคิด) กระบวนการทางสังคม (กระบวนการกลุ่ม) และให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถและความถนัด เน้นการบูรณาการความรู้ในแต่ละศาสตร์สาขา ใช้วิธีการสอนและแหล่งความรู้ที่หลากหลาย สามารถพัฒนาปัญญาได้อย่างหลากหลายคือพหุปัญญา รวมทั้งเน้นการวัดผลอย่างหลากหลายวิธี (ดิเรก วรรณเศียร, 2558)

สลิตา รินสิริ (2558, น. 14) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญหมายถึง การวัดการปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน โดยการกำหนดจุดมุ่งหมาย สาระกิจกรรม แหล่งเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดประเมินผลที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มตามความสามารถ สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านการเตรียมสอน 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ 3)ด้านการประเมินผล โดยใช้การสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 4) ด้านสื่อการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนใช้เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

เกรียงศักดิ์ พลอยแสง (2561, น. 132) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การมุ่งเน้นการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนเลือกสรร สร้างสรรค์ กระตุ้น ให้เกิดการความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาตนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ สร้างโอกาสการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ด้วยตนเอง เกิดการยอมรับตนเอง ทำความเข้าใจตนเอง ยอมรับผู้อื่นและเข้ากับทุกคนได้ดี พึ่งพาตนเองได้ เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่หลีกหนีปัญหา ทั้งนี้ โดยมีครูอาจารย์เป็นผู้มีบทบาทอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

ดิเรก วรรณเศียร (2558, น. 2-4) กล่าวว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะ ดังนี้

1) ผู้เรียนมีบทบาทรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ บทบาทของผู้สอน คือ ผู้สนับสนุน (Supporter) และเป็นแหล่งความรู้ (Resource Person) ของผู้เรียน

2) เนื้อหาวิชามีความสำคัญและมีความหมายต่อการเรียนรู้ คำนึงถึงเนื้อหาวิชา ประสบการณ์เดิมและความต้องการของผู้เรียน การเรียนรู้ที่สำคัญและมีความหมายจึงขึ้นอยู่กับสิ่งที่สอน (เนื้อหา) และวิธีที่ใช้สอน (เทคนิคการสอน)

3) การเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จหากผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

4) ความสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม จะส่งเสริมความเป็นผู้ใหญ่และส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของผู้เรียน

5) ผู้สอนคือผู้อำนวยความสะดวกและเป็นแหล่งความรู้ในการจัดการเรียนการสอน แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนจะต้องมีความสามารถที่จะค้นพบความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียน และมีความเต็มใจที่จะช่วยเหลือผู้เรียนในทุกกรณี

6) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีมุมมองใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตนให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ มากขึ้น

7) การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการพัฒนาหลายๆด้านของผู้เรียน ในด้านความรู้ อารมณ์ ความรู้สึกไปพร้อม ๆ กัน

สรุปได้ว่า แนวคิดการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MACRO Model หมายถึง การจัดการเรียนรู้บูรณาการจากจากแนวคิดการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มีความสนใจด้วยตัวเอง ทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถทำงานกับส่วนรวมได้ โดยผู้สอนมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกในการให้ความช่วยเหลือและใช้สื่อต่าง ๆให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เหมาะสมร่วมกับการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Active Learning)

2.2.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO Model

การจัดการเรียนรู้ตาม MACRO Model แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมี แนวทางดังนี้

1) ขั้นสร้างแรงจูงใจ (Motivation) ครูผู้สอนร่วมมือกับผู้เรียนในการกำหนดหรือตั้งประเด็นความรู้ หรือหัวข้อเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแผนที่สอดคล้องกับหลักสูตรเป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้บทเรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ใน การนำเข้าสู่บทเรียนและการเรียนรู้ เช่น การเล่าเรื่องต่าง ๆ ให้ผู้เรียนซักถาม หรือตั้งค่าถาม การฉายภาพนิ่ง เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนตั้งประเด็นที่ต้องการรู้ และมีการใช้คำถามสร้างพลังความคิด การกำหนด หรือการตั้งประเด็นความรู้ หรือหัวข้อเกี่ยวกับการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป และให้ผู้เรียนได้เล็งเห็นประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้หรือเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้

2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning) ในการสอนครั้งแรก ครูควรให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการกระบวนการสร้างองค์ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนควรมีเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การอภิปรายกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การระดมพลังความคิด เป็นต้น โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

3) ขั้นสรุปองค์ความรู้ (Conclusion) ผู้เรียนนำผลการอภิปรายและสาธิตที่เป็นผล จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันมากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถเรียบเรียงโดยการเขียนด้วยแผนผังความคิด เขียนโครงงาน เขียนบรรยาย เขียนรายงาน ฯลฯ

4) ขั้นรายงานและนำเสนอ (Reporting) ผู้เรียนได้แสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ตอกย้ำหรือตรวจสอบความเข้าใจของตน และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์

5) ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (Obtain) เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ เป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และเผยแพร่ความรู้ไปยังครอบครัว ชุมชน และ สังคม หรือแม้แต่ในเครือข่ายสังคมออนไลน์ (ดิเรก วรรณเศียร, 2558)

2.3 ผังกราฟิก

2.3.1 ความหมายของผังกราฟิก

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 126) กล่าวว่า ผังกราฟิก คือ แบบของการสื่อสารเพื่อใช้นำเสนอข้อมูล ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผัง

กราฟิกนั้นได้มาจากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน

ทิศนา แขมมณี (2550, น.388) กล่าวว่า ผังกราฟิก คือ แผนผังทางความคิดซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่นักเรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย

ธีรนันทน์ ไกรเลิศ (2560) กล่าวว่า ผังกราฟิก คือ แบบของการสื่อสารเพื่อใช้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบ หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูลในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และการสรุป เป็นต้น

สรุปได้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง การสื่อสารหรือนำเสนอข้อมูลออกไป โดยมีการจัดเรียงรวบรวมข้อมูลดิบออกมาให้อยู่อย่างมีระบบมีความเชื่อมโยงกัน ช่วยทำให้เกิดความสะดวก เข้าใจง่าย และสามารถจดจำได้ง่ายขึ้น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.3.2 รูปแบบของผังกราฟิก

ผังกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีจำนวนมากมายหลายแบบและมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการค้นพบกราฟิกใหม่ ๆ โดยรูปแบบผังกราฟิกมีดังนี้

Readence et al. (1985 อ้างถึงใน จตุพร วงค์สม, 2559, น. 32) ได้แบ่งประเภทของผังกราฟิกเป็น 5 ประเภท ตามหน้าที่ของผังกราฟิก ได้แก่

1) ผังกราฟิกแบบเหตุ/ผล เป็นผังกราฟิกที่เชื่อมสาเหตุและผลที่เกิด เช่น แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

2) ผังกราฟิกแบบเปรียบเทียบความเหมือน/เปรียบเทียบความต่าง เป็นผังกราฟิกที่เน้นให้เห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างวัตถุหรือสถานการณ์ เช่น ผัง K-W-L (K-W-L Chart)

3) ผังกราฟิกแบบลำดับเวลา เป็นผังกราฟิกที่พรรณนาถึงการจัดลำดับตามเวลาของวัตถุหรือสถานการณ์ว่าเกิดขึ้นก่อนหรือหลัง เช่น เส้นลำดับเวลา (Timeline)

4) ผังกราฟิกแบบรายการอย่างง่าย เป็นกลุ่มของผังกราฟิกที่สัมพันธ์กับหัวข้อ เช่น แผนผังวงกลมมโนมติ (Concept Circle Diagram)

5) ผังกราฟิกแบบปัญหา/แนวทางแก้ไข เป็นผังกราฟิกที่แสดงถึงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหานั้น เช่น แผนผังรูปตัววี (Vee Diagram)

ทิศนา แขมมณี (2551, น. 387-398) ได้เสนอผังกราฟิกรูปแบบต่าง ๆ ที่น่าสนใจซึ่งสามารถนำไปใช้งาน ลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

1) ผังความคิด (Mind Map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้นค่าระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น

2) ผังมโนทัศน์ (A Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้น ด้วยเส้นเชื่อมโยง

3) ผังแมงมุม (A Spider Map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม

4) ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ

5) ผังก้างปลา (A Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน

6) ผังวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน เป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

7) ผังวงกลมซ้อน หรือเวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังวงกลม 2 วง หรือ มากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่เป็นผังที่เหมาะสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่างกัน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

8) ผังวีไดอะแกรม (Vee Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาธรรมชาติความรู้ และ ผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังรูปตัววีเป็นแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎี กับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตารางเรียน

9) ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram) เป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกันยืดยาว เหมาะสำหรับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพล็อตเรื่อง ซึ่งก็คือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่องและเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอดคือ จุดสำคัญที่สุดของเรื่องแล้ว เหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง

ชนาธิป พรกุล (2554) แบ่งผังกราฟิกออกเป็น 9 ประเภท ตามลักษณะของข้อมูล ได้แก่

1) แบบจัดระดับชั้น (Hierarchical Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ตามลำดับชั้น

2) แบบแสดงมโนทัศน์ (Conceptual Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักกับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

3) แบบเรียงลำดับ (Sequential Organizer) ข้อมูลเรียงตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีจุดเริ่มต้น และจุดจบที่แน่นอน

4) แบบวงจร (Cyclical Organizer) ข้อมูลมีการเกิดขึ้นตามลำดับซ้ำกัน

5) แบบวงกลมเปรียบเทียบ (Venn Diagram) ข้อมูล 2 ชุด มีความเหมือนและความแตกต่าง

6) แบบวงกลมเหลื่อมซ้อน (Overlapping Diagram) ข้อมูล 3 ชุด มีความเหมือนความต่างเป็นคู่ มีข้อมูล 1 ชุดที่มีลักษณะร่วมทั้ง 3 ลักษณะ

7) แบบเหตุและผล (Cause-Effect Organizer) ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

8) แบบวางแผน (Planning Organizer) ข้อมูลการจัดการเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

9) แบบใยแมงมุม (Web Diagram) ข้อมูลแสดงความคิดสำคัญ นำไปสู่การให้คำจำกัดความ

2.3.3 ประโยชน์ของผังกราฟิก

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540, น. 33-36) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของผังกราฟิกในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ใช้ผังกราฟิกสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน โดยใช้สำรวจความรู้ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปใช้ในการเตรียมการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2) ใช้ผังกราฟิกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศนต่าง ๆ ที่อยู่ในความคิดของนักเรียนซึ่งทำให้ทราบว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรและกำลังคิดจะทำอะไร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้คล้ายกับการเดินทางโดยใช้แผนที่

3) ใช้ผังกราฟิกในการสรุปความหมายจากตารางซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป

4) ใช้ผังกราฟิกในการสรุปความหมายจากการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการหรือในห้องปฏิบัติภาคสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้เรียนว่าควรจะทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6) ใช้ผังกราฟิกในการเตรียมการสอน เช่น การจัดพัฒนาหลักสูตร หน่วยการเรียนบทเรียน

7) ใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8) ใช้ผังกราฟิกของนักเรียนจะส่งผลให้ทราบถึงข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนจากการสอนของครู

9) การเขียนผังกราฟิกทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด และความรู้ที่เรียนในกิจกรรมหนึ่งกับสิ่งที่เขาได้เรียนมาแล้วในกิจกรรมอื่น ๆ

10) ผังกราฟิกอาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับแสดงให้นักเรียนบอกถึงการรับรู้มโนทัศน์ที่ถูกหรือผิด

Graffin, Griffin, Fitch, Albera, and Gingras (2006, p. 154) กล่าวว่า ผังกราฟิกสามารถช่วยในเรื่องการเรียนรู้มโนมติใหม่ โดยใช้ รูปภาพในการส่งเสริมปัญหาการรับรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ผังกราฟิกยังสามารถแสดงความสัมพันธ์ ของมโนมติสำคัญในการจัดระบบขอบข่ายงานและผังกราฟิกสามารถนำเสนอในรูปของแผนภาพให้เวลาสำหรับการประมวลผลข้อมูลและใช้ในการนำเสนอที่เป็นรูปธรรมในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นนามธรรม

Mercuri (2010, น. 46) สรุปได้ว่า การสร้างสรรค์ภาพตัวแทนของมโนมติผ่านผังกราฟิกที่หลากหลายสามารถช่วยนักเรียนในการจำแนก สรุป แสดงความสัมพันธ์ท่ามกลางความคิด และให้เนื้อหาที่มีความหมาย นอกจากนี้การใช้ผังกราฟิกยังช่วยให้ครูสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนและส่งเสริมการพูดและการเขียนของนักเรียนให้ง่ายต่อการเข้าใจ สุดท้ายครูสามารถใช้ ผังกราฟิกในการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนและยังสามารถออกแบบและดัดแปลงให้เหมาะกับผู้เรียน

2.4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

2.4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTagart (1988, p.10) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการคือ รูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิคแต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงาน ที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้อง อาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

สุวิมล ว่องวาณิช (2548, น. 2) สรุปว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเรื่องส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติ และผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและผู้เรียน

องอาจ นัยพัฒน์ (2548, น.338) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุงแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพการ

ปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพ ปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงาน ตลอดจนบริบททางด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่น ๆ ที่แวดล้อมหรือเกิดขึ้นในสถานที่เหล่านั้น

พินันทร์ คงคาเพชร (2552, น. 6) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การรวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ผู้วิจัยจะต้องมีการปรับปรุง พัฒนา แก้ไข และดำเนินการวิจัยซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัตินั้นบรรลุผลสำเร็จตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ โดยมีแนวทางการทำงานที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติให้เป็นหนึ่งเดียวกันจากแนวคิดสู่การปฏิบัติ

บุณยานุช เฉวียงหงส์ (2558, น. 18) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ใช้กระบวนการหรือวิธีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตนเอง โดยมีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ มีการดำเนินงานอย่างรวดเร็วสามารถนำผลมาใช้ได้ทันที มีการสะท้อนข้อมูลการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนในชั้นเรียน

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558, น. 31) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การศึกษารวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงาน ในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยกำหนดขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนกลับ (Reflection)

สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึงกระบวนการวิจัยที่นำผลการวิจัยที่ได้มาพัฒนาและทำการทดลองใหม่ให้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และนำผลที่ได้ไปใช้ทันทีเพื่อสะท้อนผลที่เกิดนั้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ลดลงจนไม่มีในที่สุด โดยขั้นตอนการวิจัยมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ประกอบด้วยการวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนกลับ (Reflection)

2.4.2 ความสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการใช้วิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ผู้สอนและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกันจากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ และเกิดการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเอง และเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยมีการกล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

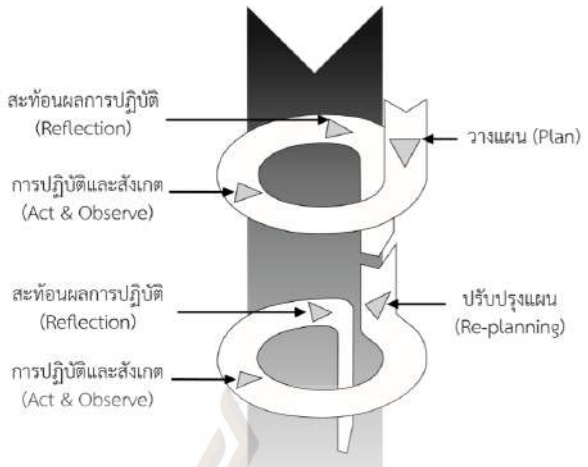
ชาตรี เกิดธรรม (2544, น. 16) กล่าวว่า ความสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้งานของครูมีลักษณะเป็นพลวัต มีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวก้าวไปข้างหน้าไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่โดยการนำนวัตกรรม เทคนิค หรือวิธีการที่มีคุณภาพ ผ่านกระบวนการวิจัยที่น่าเชื่อถือได้มาแล้วมาใช้แก้ปัญหาในชั้นเรียนได้ทันท่วงที อันจะมีผลให้การจัดการเรียนการสอน บรรลุตามจุดประสงค์ที่วางไว้

พินันทร์ คงคาเพชร (2552, น. 11) การวิจัยในชั้นเรียนทำให้ครูเป็นนักแสวงหาความรู้และวิธีการใหม่ ๆ มาช่วยแก้ปัญหาในกระบวนการเรียน การสอนที่กำลังเกิดปัญหาขึ้นและต้องพัฒนาอย่างเร่งด่วน ซึ่งผลการวิจัยเป็นคำตอบและเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ทั้งด้านกระบวนการบริหารจัดการ กระบวนการเรียนการสอน และด้านผลผลิตคือ ผู้เรียนให้ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาบทบาทของครูในฐานะนักวิจัย และมีการปรับปรุง พัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่งเพื่อให้มีพัฒนาการจัดการเรียนรู้และผู้เรียนให้มีศักยภาพสูงสุด และบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.4.3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTagart (1988, p.11) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning) 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) 3) สังเกตการณ์ (Observation) และ 4) สะท้อนกลับ (Reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ (รูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTagart

ที่มา: วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 40

กิจกรรมการวิจัยหลักแต่ละขั้นตอนมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไขปัญหา โดยต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2) การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์นั้น ๆ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นได้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ ในขณะนั้น

3) การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดจากการปฏิบัติงานได้กระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็น ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผน ควรมีการวางแผนในการสังเกตอย่างคร่าว ๆ เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติ

4) การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา โดยมีการปรับปรุงแนวทางในการปฏิบัติงานตามรูปแบบใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick (2001, p. 19) ได้แบ่งกระบวนการวิจัย เชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือ ปฏิบัติการ (Taking Action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation Action) (รูปที่ 2.2)

รูปที่ 2.2 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan & Brannick
ที่มา: วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 43

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัยสภาพของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุกรอบแนวคิดทฤษฎี และหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผนที่ได้การประเมินผลในขั้นตอนนี้ จากนั้นนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป

2.4.4 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ชาตรี เกิดธรรม (2545, น. 20) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการ คือ

1) ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมากยิ่งขึ้น เพราะครูผู้สอนสามารถใช้นวัตกรรม สื่อการสอน วิธีการและเทคนิคใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนการสอน

2) ครูพัฒนางานของตนเองให้มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้เป็นผลงานทางวิชาการ

3) ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและส่งเสริมตามศักยภาพสูงสุดของผู้เรียนเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการบริหารหรือพัฒนาการจัดการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สุวิมล ว่องวาณิช (2548, น. 25) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีประโยชน์ คือ เครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาวิชาชีพครู เนื่องจากข้อค้นพบที่ได้มาจากกระบวนการสืบค้นที่เป็นระบบและเชื่อถือได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้และครูเกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผู้ที่มีส่วนร่วมนำไปสู่การพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ และด้วยหลักการสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่เน้นการสะท้อนผลทำให้การวิจัยนี้ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และการยอมรับข้อค้นพบร่วมกัน

บุณยานุช เฉวียงหงส์ (2558, น. 32) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีประโยชน์โดยตรงต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู เพราะช่วยแก้ไขปัญหา ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอน และผลจากการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอน ผู้บริหาร โรงเรียน และการพัฒนาทางวิชาการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการวิจัยในชั้นเรียน คือการพัฒนาทั้งสามทางทั้ง ผู้เรียน ผู้สอน รวมไปถึงผู้บริหารและโรงเรียน ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนมีการพัฒนาตนเองและยังสามารถใช้เป็นผลงานในการเลื่อนตำแหน่งได้ ในด้านโรงเรียนก็ทำให้โรงเรียนมีการพัฒนาทางวิชาการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

มานพ สิงห์วี (2556, น. บทคัดย่อ) ศึกษา ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนเท่ากับร้อยละ 72 ทั้งยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

จงกล บุญรอด (2557, น. บทคัดย่อ) ศึกษา ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เกศินี โกมล (2557, น. บทคัดย่อ) ศึกษาผลการใช้ผังกราฟิกประกอบกับการสอนแบบ 7 อี ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ผังกราฟิกประกอบกับการสอนแบบ 7 อี มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี ทั้งยังมีการคิดวิเคราะห์และการคิด สังเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุกัลยา เวชสิทธิ์ (2559, น. บทคัดย่อ) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงษ์ธลักษณ์ สิบแก้ว (2562, น. 667) ศึกษา เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ MACRO เรื่อง ระบบประสาท ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน นักเรียนมีการพัฒนากระบวนสืบค้นหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการเชื่อมโยงความรู้เป็นผังมโนทัศน์สร้าง เป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเผยแพร่สู่สาธารณะได้ และมีคะแนนเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบประสาท ในด้านสาระการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น สื่อการเรียนรู้ และบทบาทครู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24±0.13, 4.27±0.09, 4.31±0.13, 4.39±0.25 และ 4.54±0.10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เจตคติระดับมาก ยกเว้นในด้านบทบาทครูที่อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2562, น. 224) ศึกษาผลของการใช้วิธีการสอนแบบกรณีศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยเพิ่มในระดับ “high gain” เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็น 5 และ 25 เมื่อจบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Foxworthy (1995, p. Abstract) ศึกษาผลของการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อการเรียนรู้ ทักษะการสังเกต และทักษะคาดคะเนทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกรด 4 เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนเกรด 6 เป็นกลุ่มควบคุม การทดลองทำโดยให้ครูในแต่ละระดับชั้นที่อยู่ในกลุ่มทดลอง นำเสนอมโนทัศน์หลักการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ส่วนครูในกลุ่มควบคุมใช้ วิธีสอนแบบปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การสังเกตและถ่ายภาพบรรยากาศในชั้นเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ ANCOVA ปรากฏว่า คะแนนการเรียนรู้หลังเรียนของกลุ่มที่ใช้ผังกราฟิกเกรด 4 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Condidorio (2010) ศึกษาการนำผังกราฟิกไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ผังกราฟิกหลายรูปแบบให้เหมาะกับเนื้อหาที่จะใช้สอน โดยผลการศึกษาพบว่า ผังกราฟิกสามารถช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ช่วยให้นักเรียนประมวลผลข้อมูล ให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝน ความสามารถในการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

Primo et al. (2010, p. 583) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 72 คน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสมุดบันทึกของนักเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 18 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และร้อยละ 40 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างอย่างเดียว

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) กำหนดระเบียบวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 รูปแบบการวิจัย

3.2 บริบทของโรงเรียน

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 3.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.4.1 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ
- 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 3.5.1 การเตรียมนักเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง
- 3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง
- 3.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีรูปแบบตามแนวคิดของ Kemmis and McTagart (1988, p. 11) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผน (Planning) 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) 3) สังเกตการณ์ (Observation) และ 4) สะท้อน

กลับ (Reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไป

3.2 บริบทของโรงเรียน

โรงเรียน อยู่ภายใต้สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายแบบสหศึกษาโดย มีห้องเรียนดังนี้ ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยห้องเรียนปกติ จำนวน 6 ห้องเรียนต่อระดับชั้น ห้องเรียน Mini English Program (MEP) จำนวน 2 ห้องเรียนต่อระดับชั้น และ ห้องเรียนส่งเสริมความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียนต่อระดับชั้น

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (วิทย์-คณิต) จำนวน 2 ห้องเรียนต่อระดับชั้น ห้องเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ (ศิลป์-คำนวณ) จำนวน 1 ห้องเรียนต่อระดับชั้น ห้องเรียนแผนการเรียนภาษาอังกฤษ-ภาษาไทย-สังคมศึกษา (ศิลป์-สังคม) จำนวน 1 ห้องเรียนต่อระดับชั้น ห้องเรียนแผนการเรียนภาษาอังกฤษ-ภาษาญี่ปุ่น-จีน (ศิลป์-ญี่ปุ่น-จีน) จำนวน 1 ห้องเรียนต่อระดับชั้น ห้องเรียน Mini English Program (MEP) จำนวน 2 ห้องเรียนต่อระดับชั้น และ ห้องเรียนส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Gifted) จำนวน 1 ห้องเรียนต่อระดับชั้น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (วิทย์-คณิต) จำนวน 1 ห้อง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียน 133 คน

3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้อง คือ ห้อง 5/1 จำนวน 50 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากผู้วิจัยได้รับผิดชอบสอนในห้องดังกล่าวและเป็นห้องที่นักเรียนมีความหลากหลายด้านความสามารถ หรือมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับประชากรทั้งหมด

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท คือ

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

3.4.1.1 บันทึกหลังการสอน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

3.4.2.2 แบบวัดผลการเรียนรู้

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) จำนวน 5 แผน

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

3.4.1.1 บันทึกหลังการสอน

การบันทึกผลการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนที่ผ่านมา ซึ่งเป็นการบันทึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการตอบโต้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ข้อดี ข้อจำกัดของกิจกรรมในครั้งนี้ รวมไปถึงแนวทางการแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะ เพื่อใช้ในการปรับปรุง รูปแบบการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยลักษณะข้อสอบเป็นข้อสอบลักษณะเขียนอธิบายคำตอบ ซึ่งใช้ในวิชาชีววิทยาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงในการทดสอบ มีรายละเอียดการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาโดย อ้างอิงตามมาตรฐาน และตัวชี้วัด จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 บทที่ 11 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

(2) วิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วออกแบบแบบวัดความสามารถตามกรอบเนื้อหาที่สอน โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบจำนวน 5 ข้อ และกำหนดเวลาในการทำข้อสอบ ข้อละ 10 นาที สำหรับการคัดเลือกเนื้อหาที่นำมาออกข้อสอบนั้น ผู้วิจัยพิจารณาจากความเหมาะสมและตรงกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัย ซึ่งสรุปดัง ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 หัวข้อและสาระที่คัดเลือกเพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

หัวข้อเรื่อง	สาระที่คัดเลือก
การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	การดูดกลืนแสงของพืช
ปฏิกิริยาแสง	การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
วัฏจักรคัลวิน	การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
การหายใจเชิงแสง	การหายใจเชิงแสง
การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM และ C_4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

(3) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

(3.1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบลักษณะเขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 5 ข้อ โดยในแต่ละข้อประกอบด้วย ตาราง แผนภาพ และข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(3.2) เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายการประเมิน 3 รายการโดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิดของ McNeil and Krajcik (2008, p. 116) ซึ่งประกอบด้วย (3.2.1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (3.2.2) หลักฐาน (Evidence) และ (3.3.3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยสามารถสรุปเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีลักษณะ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 นิยามเชิงปฏิบัติการของเกณฑ์การประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน	นิยามเชิงปฏิบัติการ
ข้อกล่าวอ้าง	คำตอบของคำถาม หรือข้อยืนยันของคำถาม
หลักฐาน	ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อาจเกิดจากการสังเกต ข้อความในบทความ รวมไปถึงตัวเลข
การให้เหตุผล	การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยอยู่บนความรู้วิทยาศาสตร์

จากนั้นนำเกณฑ์การประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กำหนดขึ้นมาสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ทั่วไป (General Rubrics) เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินเบื้องต้น โดยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) และกำหนดเกณฑ์การประเมินในแต่ละรายการเป็น 3 ระดับคะแนน คือ 0 1 และ 2 ดังตารางที่ 3.3 และนำเกณฑ์ประเมินการให้คะแนนแบบรูบริกส์ทั่วไป (General Rubrics) เป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำเพาะ (Specific Rubrics) เพื่อประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อ ดังนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ระหว่าง 0-30 คะแนน

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบรูบริกส์ทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อความหรือข้อสรุป)	ไม่สามารถระบุข้อสรุปได้ หรือ ระบุได้ไม่ถูกต้อง	สามารถระบุข้อสรุปหรือข้อความได้ถูกต้องบางส่วน	สามารถระบุข้อสรุปหรือข้อความได้อย่างถูกต้อง
หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป)	ไม่สามารถระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปได้ หรือ หลักฐานไม่สามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้	สามารถระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปได้แต่ยังไม่เพียงพอ	สามารถระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง
เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุป)	ไม่สามารถให้เหตุผลได้ หรือ เหตุผลไม่มีความเชื่อมโยงข้อสรุปและหลักฐานเข้าด้วยกัน	สามารถให้เหตุผลที่ความเชื่อมโยงข้อสรุปและหลักฐานเข้าด้วยกันได้บางส่วนและยังไม่เพียงพอ	สามารถให้เหตุผลที่ความเชื่อมโยงข้อสรุปและหลักฐานเข้าด้วยกันได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

(4) นำแบบวัดที่สร้างเสร็จตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยให้ครูพี่เลี้ยงตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของสถานการณ์และข้อมูล รวมทั้งตรวจสอบภาษาที่ใช้ในคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

(5) นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของครูพี่เลี้ยงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการใช้ภาษา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ (IOC) และ นำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิโดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นในแต่ละข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากสูตร

$$IOC = (\sum R)/N$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับ จุดประสงค์การเรียนรู้
$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรข้างต้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC 0.67 ขึ้นไปไว้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงในรายวิชาชีววิทยา ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

โดยผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 5 ข้อ ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.93 ซึ่งแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ

3.4.2.2 แบบวัดผลการเรียนรู้

แบบวัดผลการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ในวิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีรายละเอียดการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาโดย อ้างอิงตามมาตรฐาน และตัวชี้วัด จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 บทที่ 11 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้

(2) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ให้ชัดเจน เหมาะสม ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ชุด ทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกเพียง 1 คำตอบ และมีคำตอบลวง 3 คำตอบ โดยตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

(3) นำแบบวัดที่สร้างเสร็จให้ครูพี่เลี้ยงตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของสถานการณ์และข้อมูล รวมทั้งตรวจสอบภาษาที่ใช้ในคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

(4) นำแบบวัดที่รับปรุงตามคำแนะนำของครูพี่เลี้ยงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการใช้ภาษา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ (IOC) และ นำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิโดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นในแต่ละข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากสูตร

$$IOC = (\sum R)/N$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับ จุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรข้างต้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่า IOC 0.67 ขึ้นไปไว้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงในรายวิชาชีววิทยา ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

โดยผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.95 ซึ่งแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของภาษาที่ใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

(5) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงทั้งหมด 30 ข้อ ไปทดสอบกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try Out) เพื่อวิเคราะห์รายข้อด้วยการหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

จากสูตร $r = (H-L)/N$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาโดยคัดเลือกข้อสอบ 30 ข้อที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป พบว่า แบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ในวิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.87 แสดงดังตารางที่ 3.4-3.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.4 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

ค่าความยากง่าย (p)	ระดับความยากง่าย	จำนวน (ข้อ)	ร้อยละ (%)
0.00 – 0.19	ยากมาก ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0.00
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก	1	3.33
0.40 – 0.59	ยากพอเหมาะ	14	46.67
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย	15	50.00
0.81 – 1.00	ง่ายมาก ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0.00
รวม		30	100.00

ตารางที่ 3.5 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	จำนวน (ข้อ)	ร้อยละ (%)
< 0.00	จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0.00
0.00 – 0.19	จำแนกได้ต่ำ ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0.00
0.20 – 0.29	จำแนกได้พอใช้	2	6.67
0.30 – 0.39	จำแนกได้ดี	10	33.33
≥0.40	จำแนกได้ดีมาก	18	60
รวม		30	100.00

(6) นำข้อสอบที่ได้ทำการคัดเลือกไว้ 30 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson โดยคำนวณจากสูตร KR-20

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.97 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ ใช้ได้

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 10 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาแสง	2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วัฏจักรคัลวิน	2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจเชิงแสง	1 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	2 คาบ

(1) ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จากนั้นดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

(2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จ นำเสนอต่อครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหาและกิจกรรมแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) ปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยงให้เรียบร้อย แล้วนำไปใช้งานจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2662 ในห้องที่ตนได้รับผิดชอบสอน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.1 การเตรียมนักเรียนและการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยแนะนำวิชาเรียนและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย 3 ประเด็นได้แก่ 1) ลักษณะของรูปแบบ โดยใช้เวลา 1 คาบเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก 2) บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ 3) ลักษณะและวิธีการทำแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยทำไว้ จำนวน 5 แผน โดยระหว่างดำเนินการสอนผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ และให้ทำแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และสะท้อนผลการปฏิบัติโดยใช้เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

3.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว มีการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังจากที่สิ้นสุดกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent Sample

2) วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) โดยใช้การทดสอบ Normalize gain <g> ตามแนวคิดของ Hake (1998 อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ ธงไชย, ขวัญ อารยะธนิตกุล, เชิญโชค ศรขวัญ, นฤมล เอมะรัตต์, และรัชภาคย์ จิตต์อารี, 2550, น. 3)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 50 คน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)

2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers)

โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

4.1 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.1.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

4.1 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.1.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ผู้วิจัยมีการนำแนวทางวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Kemmis and McTagart (1982 อ้างถึงใน พินันทร์ คงคาเพชร, 2552) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ซึ่งการสะท้อนผลการปฏิบัติจะเกิดจากการสังเกตและบันทึก สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในแต่ละแผน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติได้แก่ บันทึกหลังการสอนของผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอน โดยมีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียน จากนั้นทำการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นหรือปรับปรุงในดีขึ้นในแผนต่อไป ซึ่งรายละเอียดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

4.1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำ 30 นาที

และทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำข้อละ 10 นาที

การเรียนการสอนตามรูปแบบ MACRO Model โดยเริ่มถามคำถามเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์และการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อกระตุ้นความสนใจจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเพิ่มเติม และให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เขียนแผนผังกราฟิกสรุปเกี่ยวกับเรื่องการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงและอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและบันทึกผลลงในบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับการจัดเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model และการทำแผนผังกราฟิก มีการให้นักเรียนได้ลงมือค้นคว้าและทำเองมากขึ้น แต่ยังมีบางส่วนที่ ยังไม่เข้าใจ ค้นคว้าข้อมูลได้ล่าช้าและทำงานได้ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถปรับตัวได้กับการเรียนรู้รูปแบบใหม่ และยังเคยชินกับการนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว ในส่วนของการอภิปรายและนำเสนอหน้าชั้นเรียนนักเรียนบางส่วนกล้าที่จะนำเสนอ แต่ส่วนมากยังไม่กล้าและมีนักเรียนที่ไม่ตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัญหาที่พบคือ นักเรียนทำงานได้ไม่เสร็จภายในเวลาที่กำหนด และบางคนไม่ตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยวางแผนแก้ปัญหาโดยเมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมจะมีการบอกเวลา และกระตุ้นอยู่เสมอเพื่อให้นักเรียนตื่นตัวและทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ในส่วนของปัญหาการที่นักเรียนบางส่วนไม่กล้านำเสนอ ผู้วิจัยมีการกล่าวคำชมและช่วยเสริมข้อมูลเพื่อเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้นำเสนอมากขึ้น และในส่วนของนักเรียนที่ไม่ตั้งใจฟังการนำเสนอ ผู้วิจัยมีการสุ่มถามคำถามจากสิ่งที่เพื่อนนำเสนอเพื่อให้ตั้งใจฟังมากขึ้น ถ้าตอบคำถามได้ถูกต้องจะได้รับขนมเป็นรางวัล ซึ่งเป็นการเสริมแรงทางบวกกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกิจกรรมมากขึ้น

ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model โดยเริ่มจากการดูวีดิทัศน์ในเรื่องปฏิกิริยาแสง เพื่อกระตุ้นความสนใจ และตั้งคำถามชักจูงเกี่ยวกับปฏิกิริยาแสง จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเพิ่มเติมร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในช่วงท้ายให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เขียนแผนผังกราฟิกและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดกันภายในกลุ่ม เกี่ยวกับเรื่อง ปฏิกิริยาแสง พร้อมทั้งให้ทุกกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน จากนั้นวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและบันทึกผลลงในบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนไม่สับสนในการสืบค้นข้อมูลเท่าครั้งแรก และมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูลมากขึ้น โดยนักเรียนสนใจในวีดิทัศน์ แต่บางครั้งไม่เข้าใจเท่าที่ควรเนื่องจากเป็นภาษาอังกฤษ นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มและทำให้งานได้เสร็จตามเวลามากขึ้น แต่มีส่วนน้อยที่ยังช้าทำให้การดำเนินกิจกรรมล่าช้าเล็กน้อย และนักเรียนมีความสนใจในการฟังเพื่อนนำเสนอมากขึ้น

4.1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วัฏจักรคัลวิน

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปัญหาที่พบคือ นักเรียนไม่ตื่นเต้นสนใจเท่าในการทำกิจกรรมในครั้งแรก และ มีบางส่วนยังทำงานได้ไม่เสร็จภายในเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจึงวางแผนเปลี่ยนรูปแบบการทำแผนผังกราฟิกและนำเสนอเพื่อให้มีความสนใจมากขึ้น โดยการใช้วีดิทัศน์ในการ ในการนำเสนอแต่ละกลุ่ม ทั้งยังมีการตั้งเงื่อนไขร่วมกันว่าถ้ากลุ่มใดเสร็จเร็วจะได้รับขนมเป็นของรางวัล เพื่อเป็นการเสริมแรงทางบวกให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น และมีเพิ่มวีดิทัศน์ในตอนต้นที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนโดยมีภาพและการพูดที่เข้าใจง่าย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันมากขึ้น

ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model โดยเริ่มจากการดูวีดิทัศน์ในเรื่องวัฏจักรคัลวินซึ่งมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่เข้าใจง่ายและมีภาพที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความสนใจ และตั้งคำถามชักจูงเกี่ยวกับวัฏจักรคัลวิน แล้วให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ตามความสมัครใจ จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเพิ่มเติม อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งทำแผนผังกราฟิก โดยใช้การปั้นดินน้ำมันแทนการใช้ปากกาวาดภาพ และนำเสนอผ่านวีดิทัศน์ จากนั้นวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและบันทึกผลลงในบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนสนใจและตื่นเต้นกับการทำวีดิทัศน์มาก มีการถามรายละเอียดและขอบเขตของการทำวีดิทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมนี้ทำให้เห็นความร่วมมือของนักเรียนที่พูดน้อยและนักเรียนที่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือเพิ่มมากขึ้น นักเรียนส่วนมากชอบในการเล่นดินน้ำมันปั้นและผสมสีต่าง ๆ ขึ้นใหม่ เพื่อทำผังกราฟฟิกอย่างสร้างสรรค์ และจากการตรวจผลงานของนักเรียนพบว่า ผลงานวีดิทัศน์ที่นักเรียนจัดทำขึ้นมีความสมบูรณ์และมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่าที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้ โดยจากการพูดคุยกับนักเรียน พบว่า นักเรียนบอกว่าคำศัพท์ที่ใช้ในการเรียนมีจำนวนมาก ยังไม่สามารถจำได้ครบทุกคำศัพท์ ชอบที่มีการสร้างผังกราฟิกแบบใหม่โดยใช้ดินน้ำมัน แต่ในการทำวีดิทัศน์ทำให้ร่วมกลุ่มกันทำงานยากพอสมควรเนื่องจากต้องมีการนัดเพื่อนในกลุ่มนอกเวลาเรียนเพื่อทำการอัดวีดิทัศน์ ซึ่งมีเพื่อนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยงานกลุ่มเท่าที่ควรและนักเรียนต้องการให้มีกิจกรรมเกมแจกรางวัล

4.1.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจเชิงแสง

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ปัญหาที่พบคือ นักเรียนคิดว่าการวีดิทัศน์นำเสนอมีความยุ่งยาก และนักเรียนจำคำศัพท์ในการเรียนได้ไม่หมดทุกคำ ผู้วิจัยจึงวางแผนจะให้นักเรียนนำเสนอโดยใช้วีดิทัศน์ โดยมีการปรับปรุงในเรื่องเวลาอีกครั้งโดยจัดกิจกรรมให้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน และจะไม่จัดกิจกรรมดังกล่าวบ่อยครั้งเกินไปเพื่อลดภาระงานที่มากเกินไปของนักเรียน โดยผู้วิจัยทำกิจกรรมกลุ่มเกี่ยวกับการเรียนรู้คำศัพท์ ซึ่งจัดทำเป็นเกมบิงโกใบ้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนุกสนานและทำให้นักเรียนทุกคนในห้องมีส่วนร่วมในกิจกรรม และ ให้นักเรียนเขียนหน้าที่ของแต่ละคนในกลุ่มลงไปในชิ้นงานที่นำส่งผู้วิจัย เพื่อให้เกิดแบ่งหน้าที่รับผิดชอบและเกิดการจัดการเวลาได้อย่างเหมาะสม

ในการการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model โดยเริ่มจากการดูวิดิทัศน์ในเรื่องการหายใจเชิงแสง เพื่อกระตุ้นความสนใจ และตั้งคำถามชักจูงเกี่ยวกับการหายใจเชิงแสง แล้วให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 ตามความสมัครใจ สืบค้นหาข้อมูลการเรียนรู้และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และจัดกิจกรรมบิงโกใบ้คำศัพท์ โดยแจกกระดาษกิจกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นตารางเกมบิงโกที่มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาใบ้คำกลุ่มใดที่ครบบิงโกก่อนกลุ่มนั้นจะได้รับรางวัล จากนั้นให้นักเรียนทำแผนผังกราฟิกเกี่ยวกับเรื่องการหายใจเชิงแสง และ ชิ้นงานรายบุคคลโดยให้เขียนคำศัพท์ที่อยู่ในกิจกรรมบิงโกใบ้

คำศัพท์ลงไป พร้อมทั้งสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน จากนั้นวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและบันทึกผลลงในบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนชอบกิจกรรมและตอบคำถามได้ดีเมื่อมีการช่วยกันของเพื่อนในกลุ่ม และมีแรงจูงใจกระตือรือร้นมากเมื่อมีรางวัลสำหรับกลุ่มที่ชนะ กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมมาก เนื่องจากไม่ใช่เกมที่ใช้แค่ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์อย่างเดียว แต่เกี่ยวกับความโชคดีของแต่ละกลุ่มด้วย จึงทำให้นักเรียนที่ปกติตอบคำถามไม่ได้หรือนั่งหลังห้อง มีความสนใจในการจัดการเรียนรู้มากขึ้นและต้องการให้จัดกิจกรรมแบบนี้อีก ซึ่งปัญหาที่พบคือนักเรียนสนุกสนานและมีเสียงดังมากเกินไป

4.1.1.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา พบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการนำเสนอแผนผังกราฟิกในรูปแบบวีดิทัศน์มากกว่าการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น แต่ปัญหา คือ การทำวีดิทัศน์ต้องมีการร่วมกลุ่มทำงานนอกเวลา ซึ่งสร้างความยุ่งยากแก่นักเรียน และ มีนักเรียนบางคนที่ไม่ช่วยงานกลุ่มเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงวางแผนให้นักเรียนทำแผนผังกราฟิกและจัดทำวีดิทัศน์นำเสนอให้เสร็จเรียบร้อยภายในคาบเรียน โดยมีการตั้งเงื่อนไขว่าถ้ากลุ่มใดเสร็จภายในคาบเรียนจะมีรางวัล พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนบอกหน้าที่ของคนในกลุ่มในการทำงานชิ้นนี้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบงานและกระจายงานอย่างชัดเจน และมีกิจกรรมใบ้คำศัพท์ภาษาอังกฤษร่วมด้วย เนื่องจากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนให้ความสนใจและตอบรับกิจกรรมดีมาก โดยจะมีการจัดการนักเรียนเพื่อไม่ให้เสียงดังเกินไปในขณะเล่นเกม

ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model โดยเริ่มดูภาพเกี่ยวกับต้นไม้ที่ต่างชนิดกัน ต่างสายพันธุ์ต่างที่อยู่แล้วตั้งคำถามถึงการดำรงชีวิต และความแตกต่างของต้นไม้ที่ต่างชนิดกัน และเชื่อมโยงไปถึงเรื่องเกี่ยวกับการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ตามความสมัครใจ จากนั้นจัดกิจกรรมใบ้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อทบทนทวนคำศัพท์ที่เรียนในคาบเรียนที่แล้วและที่จะได้พบในวันนี้เพื่อกระตุ้นและเตรียมพร้อมใน

การเรียนรู้ในเรื่องการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และลองคิดว่าเหตุใดต้นไม้ถึงต้องมีกลไกดังกล่าว พร้อมทั้งอภิปรายกันภายในกลุ่มจากนั้นให้นักเรียนทำแผนผังกราฟิกร่วมกันเกี่ยวกับเรื่องที่สืบค้น และ นำเสนอโดยการทำวีดิทัศน์ภายในคาบเรียน โดยให้เวลานักเรียนหาทำงานโดยผู้วิจัยสังเกต กระตุ้นโดยการบอกเวลาในการทำกิจกรรมตลอด และวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและบันทึกผลลงในบันทึกหลังการสอน พบว่า นักเรียนสนใจอยากรู้เกี่ยวกับต้นไม้รอบตัวมากขึ้น มีการซักถามถึงต้นไม้ต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จักนอกเหนือจากที่ผู้วิจัยยกตัวอย่าง และจากกิจกรรมใบ้คำศัพท์ นักเรียนจดจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ดีขึ้น เมื่อพูดถึงคำศัพท์นักเรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงได้เร็วมากขึ้น ในส่วนของแผนผนังกราฟิกและการนำเสนอและจากการตั้งเงื่อนไขในการทำกิจกรรม กระตุ้นเวลาในการทำงาน และการที่มีการเสริมแรงทางบวก ทำให้สมาชิกภายในกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วม มีความกระตือรือร้น มีการแบ่งงานที่ชัดเจนมากขึ้น ทำให้มีผลงานออกมาดีและทุกคนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในครั้งนี้ ซึ่งจากการจัดกิจกรรมให้จบภายในคาบเรียนทำให้ปัญหาในการจัดทำวีดิทัศน์ลดลงไป จากนั้นผู้วิจัยทำการวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทำ 30 นาที

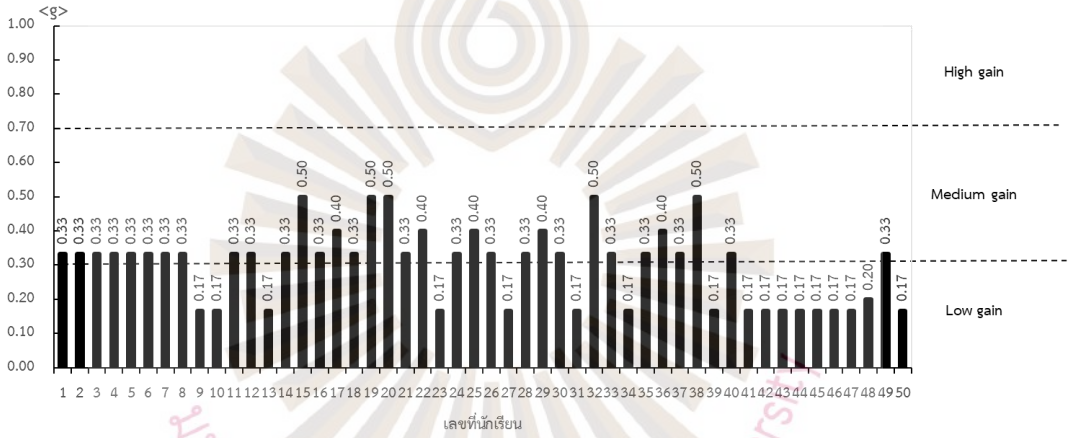
4.2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

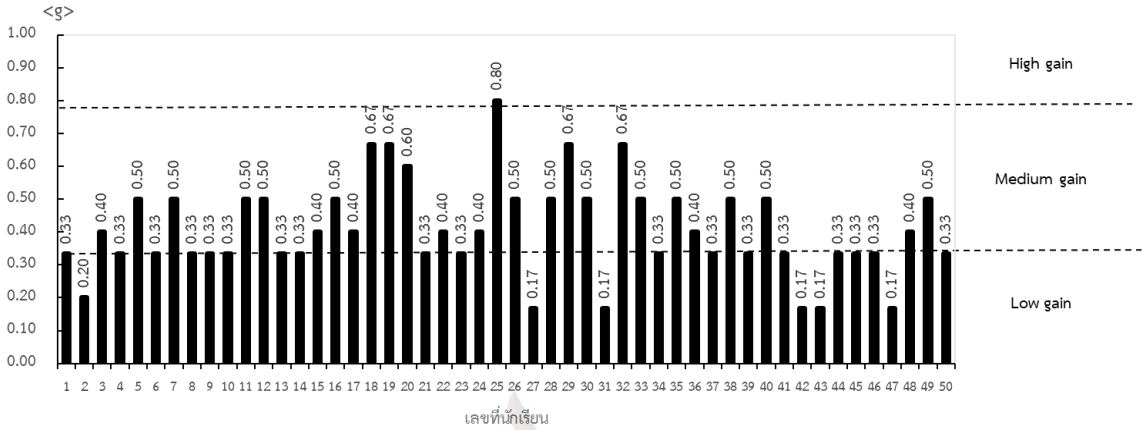
การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และแบบประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

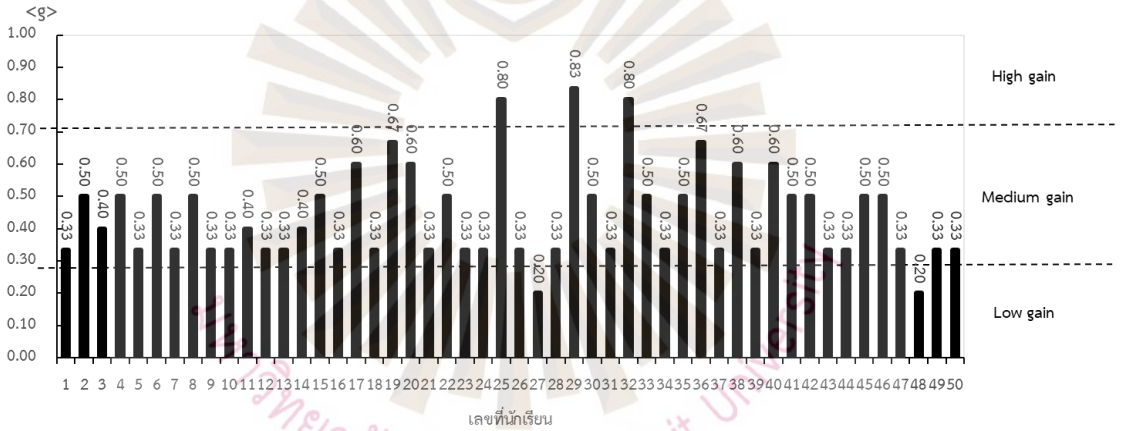
การให้เหตุผล แต่ละองค์ประกอบจะมีคะแนน 3 ระดับ โดยคะแนนเต็มแต่ละองค์ประกอบจะเท่ากับ 2 คะแนน ซึ่งทำให้แบบวัดความสามารถแต่ละข้อคะแนนเต็ม 6 คะแนน โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการ วิธี Normalized Gain <g> โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับสูง (High Gain) คือ มีค่า Normalized Gain <g> ตั้งแต่ 0.70-1.00 กลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) คือ มีค่า Normalized Gain <g> ตั้งแต่ 0.30-0.69 และกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำ (Low Gain) คือ มีค่า Normalized Gain <g> ตั้งแต่ 0.00-0.29 ซึ่งจะทำการวิเคราะห์หลังจากจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อดูพัฒนาการของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 4.1 – 4.5



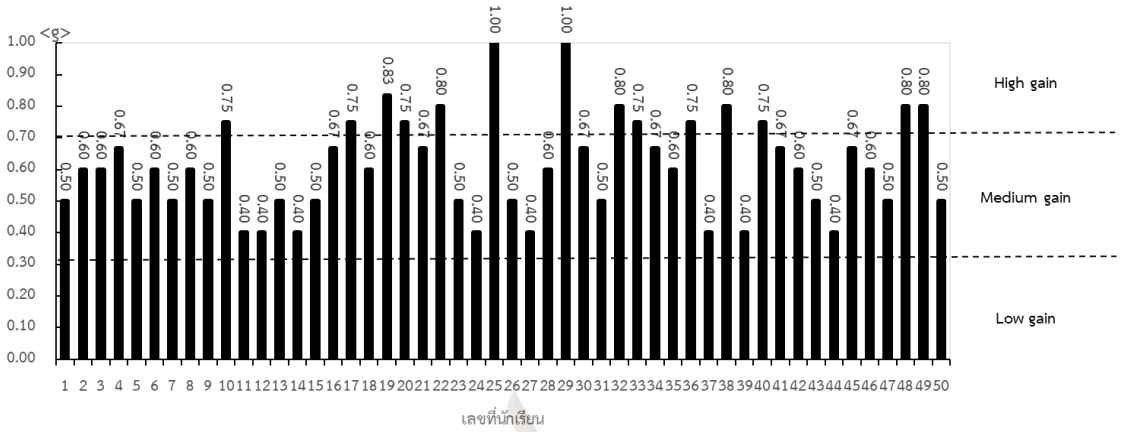
รูปที่ 4.1 คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



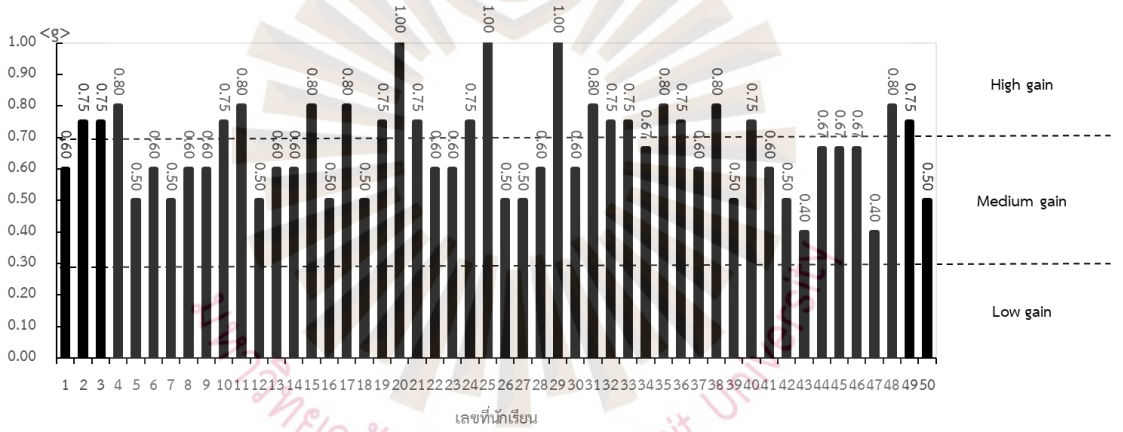
รูปที่ 4.2 คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



รูปที่ 4.3 คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง วัฏจักรคัลวิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



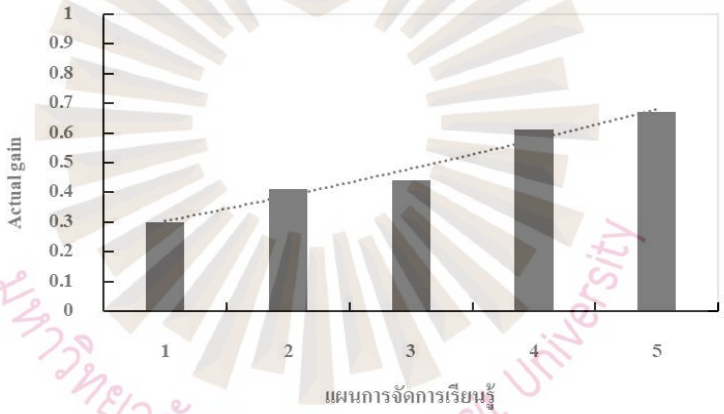
รูปที่ 4.4 คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจเชิงแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



รูปที่ 4.5 คะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากรูปที่ 4.1 – 4.5 แสดงผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain) จากการศึกษาการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่าเมื่อจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง (รูปที่ 4.1) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ (Low gain) 17 คน (34%) ระดับกลาง (Medium gain) 33 คน (66%) และไม่มีนักเรียนคนใดมีผลการเรียนรู้ระดับสูง (High gain) (0%) จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาแสง (รูปที่ 4.2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำลดลงหลือ 6 คน (12%) ระดับกลางเพิ่มขึ้นเป็น 43 คน

(86%) และนักเรียนมีผลการเรียนรู้ระดับสูง 1 คน (2%) จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วัฏจักรคัลวิน (รูปที่ 4.3) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำลดลงเหลือ 2 คน (4%) ระดับกลางเพิ่มขึ้นเป็น 45 คน (90%) และนักเรียนมีผลการเรียนรู้ระดับสูง 3 คน (6%) จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจเชิงแสง (รูปที่ 4.4) ไม่มีนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ (0%) ระดับกลางลดลงเหลือ 36 คน (72%) และนักเรียนมีผลการเรียนรู้ระดับสูงเพิ่มขึ้นเป็น 14 คน (28%) และในแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (รูปที่ 4.5) โดยไม่มีนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ (0%) ระดับกลางลดลงเหลือ 28 คน (56%) และนักเรียนมีผลการเรียนรู้ระดับสูงเพิ่มขึ้นเป็น 22 คน (44%) ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวมของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 50 คน พบว่า ค่า Actual gain เฉลี่ยของนักเรียนมีค่าสูงขึ้น จาก 0.30 ± 0.11, 0.41 ± 0.14, 0.44 ± 0.15, 0.61 ± 0.15 และ 0.67 ± 0.14 เมื่อจบแผนการจัดการเรียนรู้ 1-5 ตามลำดับ ซึ่งทำให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ทำให้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 4.6 ค่า Actual gain เฉลี่ยของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-5

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

การวิจัยครั้งนี้เก็บคะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากแบบวัดผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งวิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO

Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อนำคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มาทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (N) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (S.D.) และ ค่าชั้นแห่งความเป็นอิสระ ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{x}$	S.D.	d*f*	*t*	*p*
ก่อนเรียน	50	6.94	2.721	49	21.735**	.000
หลังเรียน	50	21.74	4.337			

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 21.735$, $p = .00$)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยมุ่งที่จะส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 50 คน โดยนำหลักการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งประกอบไปด้วยการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) มาใช้ ทั้งหมด 5 แผนการจัดการเรียนรู้ต่อเนื่องกัน เป็นเวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที มีการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองด้วยการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนลงในบันทึกหลังการสอนเพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน PAOR เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและพัฒนาให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และ การรวบรวมข้อมูลหลังการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Content analysis) ในส่วนของข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Normalized gain (g) และ ข้อมูลจากแบบวัดผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test)

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการเรียนรู้และการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก สรุปดังนี้

1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเฉลี่ย เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยมีค่า Actual gain เฉลี่ยของนักเรียนมีค่าสูงขึ้นจาก 0.30 ± 0.11, 0.41 ± 0.14, 0.44 ± 0.15, 0.61 ± 0.15 และ 0.67 ± 0.14 เมื่อจบแผนการจัดการเรียนรู้ 1-5 ตามลำดับ

2) ผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก มีประเด็น 2 ประเด็นอภิปราย ดังนี้

5.2.1 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงคุณภาพ

5.2.1.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ผู้วิจัยได้นำหลักการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) มาใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) โดยมีการปฏิบัติเป็นวงจรต่อเนื่องกัน จำนวน 5 วงจร โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีเนื้อหาในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีเรื่องดังต่อไปนี้ (1) การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง (2) ปฏิกิริยาแสง (3) วัฏจักรคัลวิน (4) การหายใจเชิงแสง และ (5) การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยหลังจากเสร็จสิ้นแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการจดบันทึกหลังการสอนซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง บรรยากาศในห้องเรียน เหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้น รวมไปถึงปัญหาที่เกิดขึ้นขณะมีการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้นี้มาวิเคราะห์และประเมินเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อสังเกตถึงข้อผิดพลาด สิ่งที่ต้องเพิ่มเติม และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยดำเนินการเช่นนี้จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้าย

ผลจากการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแผนดังกล่าวผู้สอนต้องมีเทคนิคและสื่อที่หลากหลาย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการค้นคว้าหาความรู้ได้เอง แต่ก่อนที่จะทำให้นักเรียนค้นคว้าในเรื่องดังกล่าวผู้วิจัยต้องมีสื่อต่าง ๆ ที่จะดึงดูดความสนใจของนักเรียน เช่น วิดีทัศน์ หนังสือ และ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนและใกล้ตัวนักเรียน โดยผู้วิจัยต้องมีการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและต้องการที่จะสืบค้นข้อมูลในเรื่องนั้น ๆ เช่น การเลือกสื่อภาษาอังกฤษที่มีภาพและเสียงที่เข้าใจได้ไม่ยาก เพื่อช่วยเสริมทักษะในการจดจำคำศัพท์วิทยาศาสตร์ หรือ การเลือกใช้เกมที่มีความสนุกสนาน เพื่อกระตุ้นพร้อมในการเรียนและจดจำคำศัพท์วิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ในระหว่างการดำเนินแผนการจัดการเรียนรู้ อาจมีการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน ซึ่งอาจจะเกิดจากการตั้งเงื่อนไขและใช้รางวัลในการกระตุ้นเพื่อเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียน พร้อมทั้งชักจูงให้นักเรียนเกิดทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ และทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด และสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดกันภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก สามารถสร้างความเข้าใจและสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง

5.2.2 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ

5.2.2.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

จากการศึกษาในด้านการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 50 คน มีคะแนนเฉลี่ยในด้านความสามารถในการสร้างคำอธิบายเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละแผน และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเพิ่มมากขึ้นจนไม่มีนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ และเมื่อวิเคราะห์ค่า Normalized gain เฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้องหลังจบการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ จากแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1-5 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1

นอกจากนี้ McNeill and Krajcik (2008 อ้างใน สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง, 2553, น. 72) พบว่า การจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้การจัดการเรียนรู้ 4 ประเภท (1) การสร้างแบบจำลอง (2) การสร้างข้อความ เหตุผล (3) การให้คำจำกัดความการอธิบายความรู้ และ (4) การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน มีบทบาททำให้นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกสามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดรูปแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model นักเรียนจะได้มีการสืบค้นหาข้อมูล สร้างข้อความของตนเอง และอภิปรายผลร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อสะท้อนความคิดร่วมกัน ซึ่งในขณะเดียวกันการสร้างคำอธิบายเป็นการอาศัยหลักฐาน และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุป ทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายได้ จากกระบวนการระดมความคิด อภิปรายร่วมกัน และการสืบเสาะค้นข้อมูล โดยลดบทบาทของครูผู้สอนลงซึ่งอยู่ในกระบวนการปฏิบัติในการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552, น. บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ของนักเรียนมัธยมตอนปลาย โดยมีลักษณะรูปแบบแนวคิดการจัดการเรียนรู้คล้ายกับรูปแบบ MACRO Model พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 70 และพบว่าการสืบสอบแบบไม่มีการแนะนำทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปใน

ทิศทางเดียวกับ สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. บทคัดย่อ) ที่ศึกษา ผลการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีการฝึกฝนจากขั้นตอนการเขียนแผนผังกราฟิกและการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม รวมไปถึงการนำเสนอและการประเมินจากครูและเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งในขั้นตอนประเมินนี้นักเรียนจะได้ข้อความย้อนกลับในการแก้ไขและปรับปรุงคำอธิบายของนักเรียน ทำให้เกิดความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายของ McNeill and Krajcik (2008 อ้างถึงใน จงกล บุญรอด, 2557, น. 105) ที่กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายที่ดีของนักเรียนต้องเกิดจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนรู้ถึงข้อดีและข้อด้อยของคำอธิบาย เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.2.2.2 อภิปรายผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ผลวิจัยสรุปว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 21.735$, $p = .00$) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับฟิกรี กีไร และคณะ (2562, น. 101) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับแผนผังความคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในทำนองเดียวกับ อภินันท์ สิริรัตนจิตต์ และนธี เหมมันต์ (2560, น. บทคัดย่อ) ที่ศึกษาสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของคณาจารย์ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่มีแนวคิดบางส่วนคล้ายกับ MACRO Model พบว่า สมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดศตวรรษที่ 21 คือการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มีความสนใจด้วยตัวเอง ทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นใน

ตนเองและสามารถทำงานกับส่วนรวมได้ โดยผู้สอนมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกในการให้ความช่วยเหลือและใช้สื่อต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เหมาะสม ร่วมกับการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Active learning) เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียบเรียงและตกตะกอนความคิดที่ได้เรียนรู้ไปได้อย่างมีระบบ (ดิเรก วรรณเศียร, 2558) การใช้แผนผังกราฟิกก็เป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล สรุปและลงมือทำด้วยตนเอง ซึ่งขณะที่นักเรียนมีการประมวลผลเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผล และการสรุป ผังกราฟิกจะช่วยนักเรียนเกี่ยวกับทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ โดยการจัดระบบข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล เชื่อมโยง ทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหามากขึ้นเปรียบเสมือนแผนที่ความคิดของนักเรียน (Buzan, T. & Buzan, B., 1997) อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม และนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลายและแพร่หลาย ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานของความสนุกสนาน จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ดีขึ้น และการนำผังกราฟิกมาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้ทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ มานพ สิงห์วี (2556, น. บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ เกศินี โกมล (2557, น. บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ผังกราฟิก ประกอบกับการสอนแบบ 7 อี มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปในทำนองเดียวกับ สุกัลยา เวชสิทธิ์ (2559, น. บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูผู้สอนควรพูดคุย และสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีจุดมุ่งหมายใจการเรียนมากขึ้น

2) ในการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ครูผู้สอนควรมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลายให้นักเรียนและควรสามารถให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลได้ แต่อย่างไรก็ตามครูควรดูแลอย่างใกล้ชิด

3) ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO Model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก ไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยคำนึงถึงเนื้อหาและความสามารถของนักเรียนให้เหมาะสม

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ครูผู้สอนควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูป MACRO Model ร่วมกับแผนผังกราฟิก ในการพัฒนาทักษะอื่น ๆ ของนักเรียน เช่น ทักษะการโต้แย้ง การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2) ครูผู้สอนควรนำการจัดกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูป MACRO Model ร่วมกับแผนผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับหัวข้ออื่น ๆ เช่น การย่อยอาหาร การหายใจ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กฤตกร สภาสันติกุล. (2558) *ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย สังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4* (Master's thesis). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2562). ผลของการใช้วิธีการสอนแบบกรณีศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน *วิจัยและนวัตกรรมเพื่อสังคม การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9* (น. 224-234). อยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา.

เกรียงศักดิ์ พลอยแสง. (2561). การเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: Student center learning. *วารสารมหาจุฬาวิชาการ*, 5(131-141).

เกศินี โกมล. (2557). *ผลการใช้ผังกราฟิกประกอบการสอนแบบ 7 อี ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ* (Unpublished Master's thesis) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

จงกล บุญรอด. (2557). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (Master's thesis). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/

จตุพร วงค์สม. (2559). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เสริมด้วยการใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (Master's thesis, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่). สืบค้นจาก https://so02.tcithaijo.org/index.php/banditvijai/article/view/96239

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาตรี เกิดธรรม. (2544). *อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น*. กรุงเทพฯ : ดิจิตอลเลิร์นนิ่ง.

ชาตรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนพานิช.

ณัฐกิจ ทองน้อย. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ดิเรก วรรณเศียร. (2558). *เอกสารประกอบการสอน MACRO model: รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21*. สืบค้นจาก http: //regis.dusit.ac.th/images/news/1421308421_MACRO

ทิศนา แขมมณี. (2550). *รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรนันทน์ ไกรเลิศ. (2560*). ผังกราฟิก (Graphic Organizers) กับการพัฒนาความสามารถด้านการคิด*. สืบค้นจาก http://www.kbtc.ac.th/KM/files/14031410101928989_18070414140346.pdf

บุณยานุช เฉวียงหงส์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพด้านการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน สำหรับนักศึกษาครูของมหาวิทยาลัยราชภัฏ* (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์). สืบค้นจาก https://doi.org/10.14456/gnru.2015.15

พงษ์ธลักษณ์ สิบแก้ว. (2562). เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2562* (น. 677-686). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.

พินันทร์ คงคาเพชร. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมแนจเม้นท์.

ฟักรี กีไร, อภิธวัฒน์ จรินทร์ธนันต์, และพิมชญา บุตรวงษ์. (2562). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ MACRO model ร่วมกับแผนผังความคิด. ใน *Payap University Research Symposium* (น .101-114). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยพายัพ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

มานพ สิงห์วี. (2556). *ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, *29*(1), 29-49.

สลิตา รินสิริ. (2558). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของโรงเรียนในอำเภอเกาะจันทร์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 2* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (Master's thesis). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/

สุกัลยา เวชสิทธิ์. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุพัตรา จันทรโฆษิต. (2552). *ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมตอนปลาย* (Master's thesis). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/

สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง. (2553). *ผลของการใช้รูปแบบการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (Master's thesis). สืบค้นจาก http://cuir.car.chula.ac.th/

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุวิมล ว่องวาณิช. (2548). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (2559). *การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์*. สืบค้นจาก http://ost.thaiembdc.org/2016/wp-content/uploads/2016/05/รายงานการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.pdf

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพ ฯ: สามลดา.

อารยา แจ่มใจ. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภินันท์ สิริรัตนจิตต์, และนธี เหมมันต์. (2560, มิถุนายน). สมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของคณาจารย์ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8*. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่, สงขลา.

อภิสิทธิ์ ธงไชย, ขวัญ อารยะธนิตกุล, เชิญโชค ศรขวัญ, นฤมล เอมะรัตต์, และรัชภาคย์ จิตต์อารี. (2550). การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนและหลังเรียน. *วารสาร มฉก.วิชาการ*, *11*(21), 86-94.

Buzan, T., & Buzan, B. (1997). *The mind map book: Radiant thinking*. London: BBC.

Coghlan, D., & Brannick, T. (2001). *Doing Action Research in Your Own Organization*. London: Sage.

Condidorio, K. (2010). *The Usefulness of Graphic Organizers in Enhancing Science Learning* (Master's thesis). Retrieved from http://fisherpub.sjfc.edu/education_ETD_masters/111

Foxworth, D. B. (1995). The Effects of Modified Draphic Organizers on Knowledge a Cquisition and Science Skills. *Dissertation Abstracts International, 56-08*, 2984.

Graffin, H. C., Griffin, L. W., Fitch, C. W., Albera, V., & Gingras, H. (2006). Education Interventions for Individuals with Asperger Syndrome. *Intervention in school and clinic, 41*(3), 154.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 61*(1), 64-74.

Kemmis, S., & McTagart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. In *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 101-116). Virginia: NSTA press.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences, 15*(2), 153-191.

Mercuri, S. P. (2010). Using Graphic Organizers as a Tool for the Development of Scientific Language. *Gist education and learning research journal, 4*(1), 46.

Primo, R. A. M. et al. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classroom: examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(5), 583-608.

Readence, J. E., Bean, T. W., & Baldwin, R. S. (1985). *Content area reading: An integrated approach*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.

Thagard. (2012). *The cognitive science of science: Explanation, discovery, and conceptual change.* London, UK: Mite Press.

Zangori, L., & Forbes, C. T. (2014). Science Practices in Elementary Classrooms: Third-Grade Student' Scientific Explanation for Seed Structure and Function. *Science Education*, *98*(4), 614-630.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความกรุณาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

ภาคผนวก ก. 1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา

1. ผศ.ดร.อัญชลี ชยานุวัตร
   คณบดี ผู้อำนวยการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาระบบสองภาษา

2. ปิยะฉัตร บรรณสิทธิ์
   อาจารย์ประจำภาควิชา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

3. นางวิจิตรา วิภาคาร
   ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายปัญญารังสิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก. 2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (Graphic Organizers) เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา

1. ผศ.ดร.อัญชลี ชยานุวัตร
   คณบดี ผู้อำนวยการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาระบบสองภาษา

2. ปิยะฉัตร บรรณสิทธิ์
   อาจารย์ประจำภาควิชา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

3. นางวิจิตรา วิภาคาร
   ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายปัญญารังสิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข. 1 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง (ปฏิกิริยาแสง) ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 30242 หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง

เรื่อง ปฏิกิริยาแสง เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

ครูพี่เลี้ยง : ครูปิยะรัตน์ ชาวอบทม ครูผู้สอน: นส. วณิชชา หมั่นเรียน

---

1. ผลการเรียนรู้ในสาระเพิ่มเติม (ชีววิทยา)

สาระชีววิทยา

ข้อ 3 เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการ ตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวน การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

2. สาระสำคัญ

นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงจนสรุปได้ว่า CO_2 และน้ำเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ผลิตภัณฑ์คือ O_2 และน้ำตาล บริเวณที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงภายในเซลล์พืชอยู่ที่คลอโรพลาสต์ ในคลอโรพลาสต์มีโครงสร้างสำคัญคือ ไทลาคอยด์ที่มีสารสีเป็นตัวรับพลังงานแสงและสโตรมาซึ่งมีเอนไซม์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสงและการตรึงคาร์บอนโดยปฏิกิริยาแสงจะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของโมเลกุล ATP และ NADPH เพื่อนำไปใช้ในกรตรึงคาร์บอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ G3P

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1. อธิบายความสำคัญของแสงสารสีและความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.2. อธิบายและสรุปขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1. สังเกต ลงความเห็น และสร้างงแผนผังจากข้อมูลเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 เข้าเรียนตรงเวลา

3.2 ความอยากรู้อยากเห็นและความมุ่งมั่นอดทน

3.3 ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ

4. สาระการเรียนรู้

การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ว่า มีกระบวนการเป็นลำาดับขั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำาเป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่ได้ คือ น้ำาตาล ออกซิเจน

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสงและการตรึงคาร์บอน ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุล สารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดของอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $NADPH^{+}+H^{+}$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์

การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมาโดยใช้ RUBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยา แสงไปรีดิวซ์สารประกอบคาร์บอน 3อะตอม ได้เป็นน้ำาตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำาไปสร้าง RUBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึง คาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว

5. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

5.1 ความรู้ (K)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผู้ประเมิน
1. อธิบายความสำคัญของแสง สารสีและความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเติมคำตอบได้ถูกต้องโดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่านคือร้อยละ 50 ขึ้นไป	ครู

5.2 ทักษะ/กระบวนการ (P)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผู้ประเมิน
สังเกต ลงความเห็น และสร้างงงแผนผังจากข้อมูลเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	ตรวจชิ้นงาน	ชิ้นงานแผนผังสรุปและการนำเสนอ	นักเรียนสามารถเติมคำตอบได้ถูกต้องโดยมีเกณฑ์คะแนนที่ผ่านคือร้อยละ 50 ขึ้นไป	ครู

5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผู้ประเมิน
1. เข้าเรียนตรงเวลา	สังเกตพฤติกรรมการสนใจในการเรียนการปฏิบัติกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้	ครู
2. ความมุ่งมั่นอดทนและ	สังเกตพฤติกรรมการมีความตั้งใจ สนใจในขณะเรียน ความ	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง	ต้องได้ไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้	ครู

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล	ผู้ประเมิน
ความอยากรู้อยากเห็น	ร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล	ประสงค์		
3. การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น กล้าแสดงความคิดเห็น	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ต้องได้ไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพพอใช้	ครู

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงจูงใจ (motivation)

1. ครูเปิดสื่อวิดีทัศน์ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction) เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
2. หลังจากดูวิดีทัศน์ ให้นักเรียนเขียนคำถามที่ตนเองสงสัย 1 คำถาม และลงชื่อที่มุมกระดาษ จากนั้นพับกระดาษให้เป็นสลาก แล้วรวบรวมส่งมาให้ครูประจำชั้น เพื่อทำกิจกรรม ดังนี้

- ครูสุ่มหยิบสลากขึ้นมา 1 คำถาม แล้วให้เจ้าของคำถามออกมาเขียนคำถามบนกระดาน
- ครูสุ่มนักเรียนอีกหนึ่งคน ตอบคำถามบนกระดาน
- ครูสุ่มหยิบสลากคำถามต่อไป แต่ให้เจ้าของคำถามคนก่อนหน้าเป็นฝ่ายตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ (active learning)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเรื่อง โครงสร้างของคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ใน**หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1**
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4-5 คน ทำ**ใบกิจกรรม**
3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มสารสีที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาแสงทั้งในพืชและสิ่งมีชีวิตอื่นจากแหล่งการเรียนรู้ เช่น **อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด** หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1
4. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนยกตัวอย่างสารสีที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงที่พบทั้งในพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น โดยแต่ละคำตอบต้องไม่ซ้ำกัน จากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อศึกษาเนื้อหา ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)
- กลุ่มที่ 2 แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)
- กลุ่มที่ 3 ไฟโคบิลิน (Phycobilin)
- กลุ่มที่ 4 แบคเทอริโอคลอโรฟิลล์ (Bacteriochlorophyll)

5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อกลุ่มสารสีที่กลุ่มตนได้รับจากแหล่งการเรียนรู้ เช่น **อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด** หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปองค์ความรู้ (conclusion)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ที่ได้รูปแผงกราฟฟิก
2. นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อสงสัย โดยครูคอยสังเกตพฤติกรรมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
3. นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาเขียนในรูปแบบของผังกราฟฟิกรวมของทุกกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นรายงานและนำเสนอ (reporting)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 5 นาที
2. ครูและนักเรียนสรุปและอภิปรายร่วมกันในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (obtain)

1. ครูให้นักเรียนถ่ายภาพผลงานและแผนผังจากที่นักเรียนทำและนำไปเผยแพร่ในเพจเฟสบุ๊คที่ครูจัดทำไว้ และเฟสบุ๊กของนักเรียนเอง
2. นักเรียนส่งใบกิจกรรม และสมุดที่มีการทำผังกราฟฟิกในเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อพาวเวอร์พอยท์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

8. ประเด็นที่สามารถนำไปใช้ทำวิจัยในชั้นเรียน

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

9. บันทึกหลังการสอน

แบบบันทึกหลังการสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... เวลา .....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30242

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

เรื่อง .....

ชื่อผู้สอน วณิชชา หมั่นเรียน

.....

คำชี้แจง แบบบันทึกสนามชุดนี้ใช้สำหรับผู้วิจัยจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ (motivation)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

2. ขั้นการเรียนรู้ (active learning)

ผลการสอน

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ (conclusion)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ (reporting)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (obtain)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววณิชชา หมั่นเรียน)

วันที่.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ครูผู้สอน นางสาววณิชชา หมั่นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาแสง เวลา 3 คาบ

.....

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับการปฏิบัติการ

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง ปรับปรุง

1 หมายถึง พอใช้

รายการประเมิน	ความสามารถของผู้เรียน	ระดับคุณภาพ				
		5	4	3	2	1
ความสามารถในการสื่อสาร	-การใช้สำนวนภาษาดีถูกต้อง					
	-รูปแบบการนำเสนอน่าสนใจ					
	-ความเข้าใจในเนื้อหาที่นำเสนอ					
	-เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
	-เนื้อหาถูกต้อง					
ความสามารถในการคิด	-การคิดวิเคราะห์ระหว่างทำกิจกรรม					
	-คิดเป็นระบบในการสรุป					
ความสามารถในการแก้ปัญหา	-การสืบเสาะหาความรู้					
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	-ทำงานร่วมกับผู้อื่น ปรับตัว แก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า					
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	-การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล					

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ครูผู้สอน นางสาววณิชชา หมั่นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาแสง เวลา 3 คาบ

.....

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับการปฏิบัติการ

ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง ปรับปรุง

1 หมายถึง พอใช้

เลขที่	ชื่อ-สกุล	มีวินัย				ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ชื่อ-สกุล	มีวินัย				ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	ชื่อ-สกุล	มีวินัย				ใฝ่เรียนรู้				มุ่งมั่นในการทำงาน			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Rubric scoring)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	**3**	**2**	**1**
1. มีวินัย	นักเรียนตรงต่อเวลา ตั้งใจเรียนและรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองอย่างยิ่ง	นักเรียนตรงต่อเวลา ตั้งใจเรียนและรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง	นักเรียนตรงต่อเวลาไม่ค่อยตั้งใจเรียนเท่าที่ควร และ ไม่มีความรับผิดชอบ	นักเรียนไม่ตรงต่อเวลา ไม่ตั้งใจเรียน ไม่มีความรับผิดชอบ
2. ใฝ่เรียนรู้	นักเรียนตั้งใจเรียน ไม่พูดคุยขณะที่ครูสอน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้อย่างครบถ้วน	นักเรียนตั้งใจเรียน ไม่พูดคุยขณะที่ครูสอน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้	นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน พูดคุยขณะที่ครูสอน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้บ้าง	นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน พูดคุยขณะที่ครูสอน และไม่สามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	นักเรียนตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและส่งงานตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย และส่งงานตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย แต่ส่งงานไม่ทันตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนไม่ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายและส่งงานไม่ทันตามเวลาที่กำหนด

<u>หมายเหตุ</u>

ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ดีเยี่ยม
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบประเมินชิ้นงาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 ครูผู้สอน นางสาววณิชชา หมั่นเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาแสง เวลา 3 คาบ

.....

เลขที่	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน (4 คะแนน)	การจัดรูปแบบชิ้นงาน (4คะแนน)	ตรงต่อเวลา (4 คะแนน)	รวมคะแนน (12)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน (4 คะแนน)	การจัดรูปแบบชิ้นงาน (4คะแนน)	ตรงต่อเวลา (4 คะแนน)	รวมคะแนน (12)
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เลขที่	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน (4 คะแนน)	การจัดรูปแบบชิ้นงาน (4คะแนน)	ตรงต่อเวลา (4 คะแนน)	รวมคะแนน (12)
50				

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1.ความถูกต้องของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบทุกหัวข้อ	ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบทุกหัวข้อเป็นส่วนใหญ่	ชิ้นงานมีความถูกต้อง ครบทุกหัวข้อเพียงบางส่วน	ชิ้นงานไม่ถูกต้องและไม่ครบตามหัวข้อที่กำหนด
2.การจัดรูปแบบชิ้นงาน	ชิ้นงานมีระเบียบ มีความคิดสร้างสรรค์ และมีความน่าสนใจ	ชิ้นงานมีระเบียบและมีความน่าสนใจเป็นส่วนใหญ่	ชิ้นงานมีระเบียบและมีความน่าสนใจเพียงบางส่วน	ชิ้นงานไม่มีระเบียบไม่มีความน่าสนใจ
3.ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

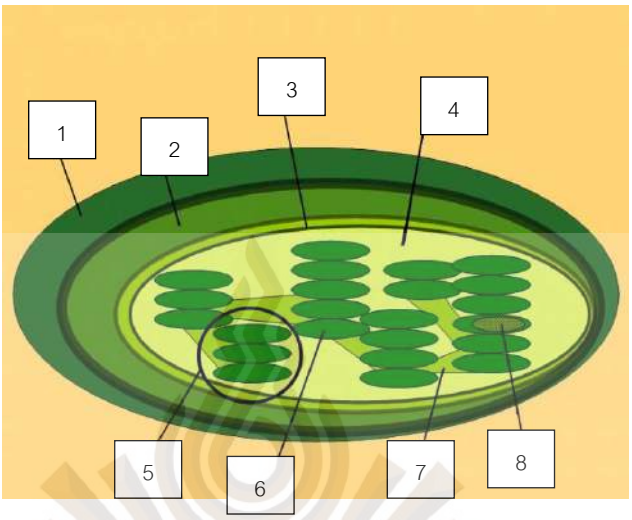
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ใบกิจกรรมที่ 1

ตอนที่ 1 โครงสร้างคลอโรพลาสต์

<u>คำชี้แจง</u> : พิจารณาภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ แล้วเติมคำตอบลงในตาราง



1. _____ **5.** _____

2. _____ **6.** _____

3. _____ **7.** _____

4. _____ **8.** _____

ตอนที่ 2 สารสีในสิ่งมีชีวิต

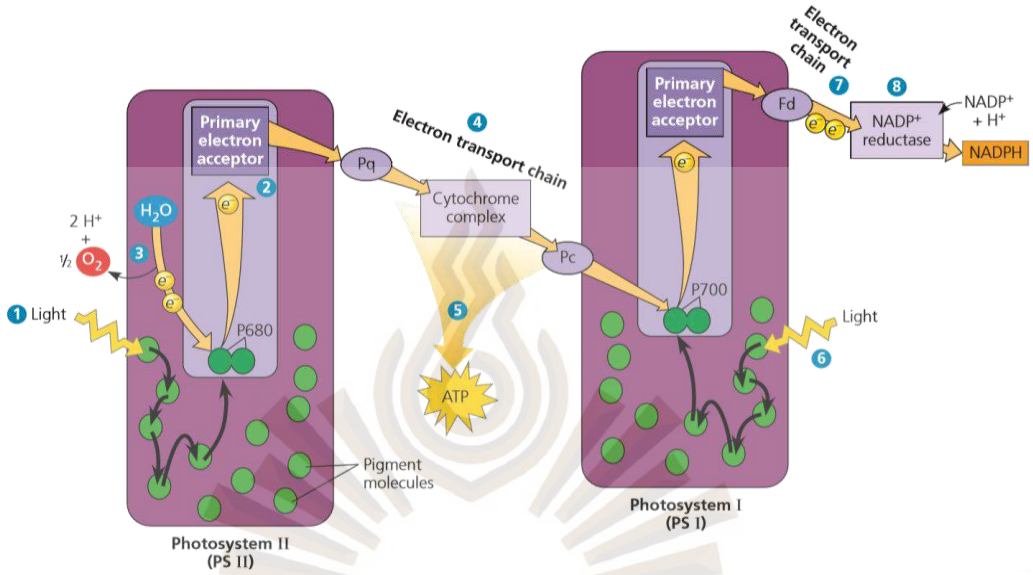
<u>คำชี้แจง</u> : จงเติมเครื่องหมาย + และ - ลงในตารางที่กำหนดให้ หากสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีสารสีเป็นองค์ประกอบให้เติมเครื่องหมาย + หากไม่มีให้เติมเครื่องหมาย -

สารสีที่พบในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ										
สิ่งมีชีวิต	**คลอโรฟิลล์**				**แคโรทีนอยด์**	**ไฟโคบิลิน**	**แบคเทอริโอคลอโรฟิลล์**			
	A	**B**	**C**	**D**			**A**	**B**	**C**	**D**
มอส										
สาหร่ายสีเขียว										
สารหร่ายสีแดง										
ไซยาโนแบคทีเรีย										
กรีนแบคทีเรีย										

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

1. ภาพแสดงการถ่ายทอดอิเล็กตรอน



ธนนท์รักต้นไม้มาก ๆ ในบางครั้งเขายังกำจัดวัชพืชให้กับต้นไม้ที่ปลูกโดยใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีผลยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอน คือ มีกลไกไปแย่งหน้าที่การทำงานของ $NADP^+$ ในปฏิกิริยาแสงของวัชพืช อยากทราบว่า นักเรียนคิดว่าสารกำจัดวัชพืชที่ธนนท์ใส่ ทำให้รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบใด จะทำให้วัชพืชตายหรือไม่

……

……

……

……

……

……

……

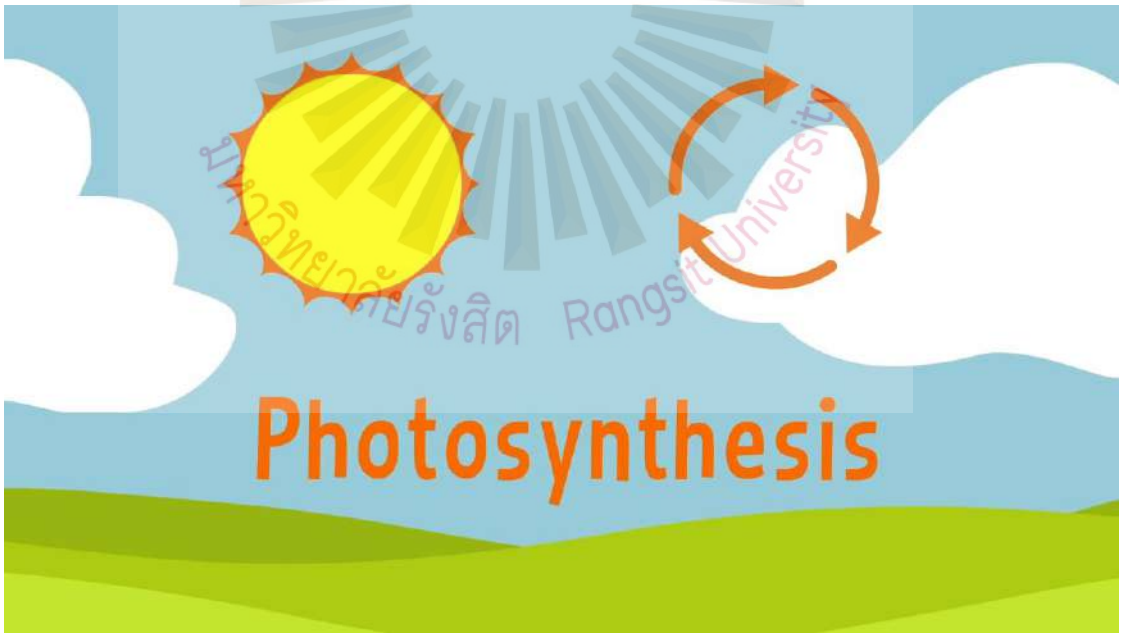
เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบเจาะจง ข้อ 1

คำอธิบายเรื่องการความสำคัญของสารสีและความสามารถในการดูดกลืนแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
1. ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เช่น รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน เช่น รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรและเป็นวัฏจักร	ไม่ระบุ หรือ ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง เช่น รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
2. หลักฐาน	ระบุข้อหลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน ว่า เพราะ $NADP^+$ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ทำให้เกิด NADPH	ระบุข้อหลักฐานได้ถูกต้องแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด เช่น เพราะ $NADP^+$ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ทำให้เกิด $FADPH_2$	ไม่ระบุ หรือ ไม่สามารถระบุหลักฐานได้ถูกต้อง เช่น เพราะ NADPH เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ทำให้เกิด $NADP^+$
3. การให้เหตุผล	กล่าวถึงการดูดกลืนแสงของพืชถูกต้องและครบประเด็น รบกวนทำงานของ $NADP^+$ ทำให้ในปฏิกิริยาแสงเกิดพลังงาน คือ NADPH ได้น้อยลง และจะส่งพลังงานไปใช้ในการตรึงคาร์บอนได้น้อยลง ซึ่งจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงได้น้อยลงและต้นไม้ไม่ตาย	กล่าวถึงความสามารถในการดูดกลืนแสงของพืชถูกต้อง 1 จาก 2 รบกวนทำงานของ $NADP^+$ ทำให้ในปฏิกิริยาแสงเกิดพลังงาน คือ NADPH ได้น้อยลง และจะส่งพลังงานไปใช้ในการตรึงคาร์บอนได้น้อยลง ซึ่งจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงได้น้อยลงและต้นไม้จะตาย	ไม่มีการให้เหตุผล หรือ ไม่สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง เช่น รบกวนทำงานของ $NADP^+$ ทำให้ในปฏิกิริยาแสงเกิดพลังงาน คือ NADPH ได้มากขึ้น

ภาคผนวก ข. 2 ตัวอย่างสื่อวิดีทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงในรายวิชาชีววิทยา

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=D1Ymc311XS8



ที่มา : : https://www.youtube.com/watch?v=1sUUduKLaQY

ภาคผนวก ข. 3 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

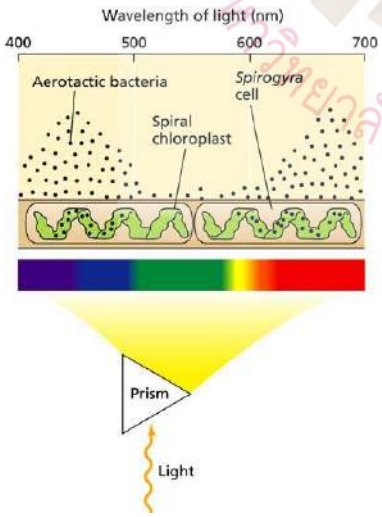
1. คลอโรฟิลล์อยู่ที่โครงสร้างใดของคลอโรพลาสต์

ก. inner membrane
ข. outer membrane
ค. thylakoid membrane
ง. Stroma

2. องค์ประกอบใดในโมลเลกุลของคลอโรฟิลล์ ที่ทำให้คลอโรฟิลล์มีความเป็นขั้วสูงกว่าแคโรทีนอยด์

ก. methyl group
ข. phenol group
ค. Mg^{2+}
ง. cation

3. จากภาพการทดลองของ Engel man ที่พบว่ามี aerobic bacteria จำนวนมากมาอยู่บริเวณสาหร่ายสไปโรไจรา (Spirogyra) ที่ได้รับแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังภาพ ปัจจัยใดเป็นสาเหตุให้มี การรวบตัวของแบคทีเรียในบริเวณดังกล่าว



ก. คาร์บอนไอออกไซด์ต่ำ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสง
ข. น้ำตาลสูง ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย
ค. คาร์บอนไดออกไซสูงซึ่งเกิดจากการหายใจของสาหร่าย
ง. ออกซิเจนสูง ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย

4. แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงมีการสร้างซัลเฟอร์จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยตัวให้อิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือสารชนิดใด

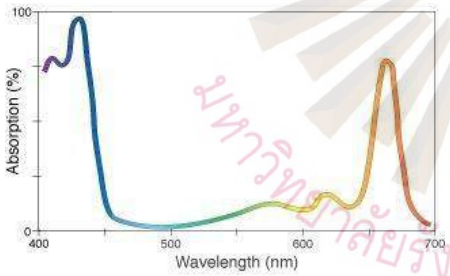
ก. น้ำ
ข. ออกซิเจน
ค. ไฮโดรเจนซัลไฟด์
ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

5. สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่พบคลอโรฟิลล์ เอ

ก. เฟิร์น
ข. สาหร่ายสีแดง
ค. ไซยาโนแบคทีเรีย
ง. กรีนแบคทีเรีย

6. ข้อใดเป็นสารที่พบในไซยาโนแบคทีเรีย

ก. คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์ บี แคโรนีนอยด์
ข. คลอโรฟิลล์เอ แบคทริโอคลโรฟิลล์ เอ แคโรนีนอยด์
ค. คลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์ ไฟโคบิลิน
ง. แบคทริโอคลอโรฟิลล์เอ แคโรนีนอยด์ ไฟโคบิลิน



7. สารที่มี absorption spectrum ดังภาพควรมีสีอะไร

ก. แดง
ข. น้ำเงิน
ค. เขียวเหลือง
ง. เหลืองส้ม

8. อุปกรณ์ที่สามารถใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสี คือข้อใด

ก. prism
ข. photometer
ค. spectrophotometer
ง. photosynthesis meter

9. ข้อใดเป็นกลุ่มโปรตีนเชิงซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. รูบิสโก ระบบแสง I ระบบแสง II
ข. ระบบแสง I ระบบแสง II ไซโทโครมคอมเพล็กซ์
ค. ระบบแสง I ระบบแสง II ATP synthase

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ง. รูบสิโก ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ATP synthase

10. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. รบูสิโก ข. ระบบแสง I

ค. ระบบแสง II ง. ไซโทโครมคอมเพลก็ซ์

11. เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาการสร้าง ATP ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ เอนไซม์ ชนิดใด

ก. Adenosinase ข. ATP synthase

ค. ATP synthase ง. Adenosine triphosphatase

12. สารใดต่อไปนี้สามารถเป็นตัวให้อิเล็กตรอนกับ reaction center ของระบบแสง II ได้

ก. น้ำ ข. คาร์บอนไดออกไซด์

ค. ออกซิเจน ง. น้ำตาลกลูโคส

13. ATP และ NADPH จากปฏิกิริยาแสงสร้างที่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์

ก. สโตรมา ข. ลูเมน

ค. กรานา ง. สโตรมาและลูเมน

14. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก non-cyclic electron transfer ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือข้อใด

ก. ATP ข. NADPH

ค. H_2O ง. ATP และ NADPH

15. ข้อใดเรียงลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงได้อย่างถูกต้อง

ก. ระบบแสง II ควิโนน ระบบแสง I ไซโทโครมคอมเพล็กซ์

ข. ระบบแสง I ควิโนน ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ระบบแสง II

ค. ระบบแสง I ควิโนน ระบบแสง II ไซโทโครมคอมเพล็กซ์

ง. ระบบแสง II ควิโนน ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ระบบแสง I

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

16. สารใดต่อไปนี้สามารถเป็นตัวให้และรับอิเล็กตรอนในปฏิกรยาแสง

ก. คลอโรฟิลล์ เอ
ข. คลอโรฟิลล์ บี
ค. แคโรทีน
ง. แซนโทฟิลล์

17. ATP synthase อยู่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์

ก. inner membrane
ข. stroma
ค. thylakoid membrane
ง. Lumen

18. ขั้นตอนของปฏิกริยาตรึงคาร์บอนคือข้อใด

ก. Reduction Regeneration Regression
ข. Oxygenation Carboxylation Reduction
ค. Carboxylation Reduction Regeneration
ง. Carboxylation Regeneration Regression

19. ปฏิกริยาตรึงคาร์บอนเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์

ก. outer membrane
ข. inner membrane
ค. thylakoid membrane
ง. stroma

20 ข้อใดคือปฏิกิริยาในขั้น carboxylation

ก. การใช้ ATP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
ข. การใช้ RUBP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
ค. การใช้ NADPH เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
ง. การใช้ RuBP และ ATP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์

21. สารประกอบตัวแรกที่ถูกสร้างขึ้นในวัฏจักรคัลวิน คืออะไร

ก. PGA
ข. PGAL
ค. RuBP
ง. กลูโคส

22. พืชชนิดใดมีวัฏจักรคัลวิน

ก. พืช C_3
ข. พืช C_4
ค. พืช CAM
ง. ถูกทุกข้อ

23. ข้อใดคือสิ่งที่เกิดในปฏิกิริยารีดักชั่นวัฏจักรคัลวิน

ก. การสร้างสารอนินทรีย์จากสารดนินทรีย์

ข. การสร้างน้ำตาลจาก PGA

ค. การสร้างน้ำตาลกลูโคสจากสารอนินทรีย์ขนาดเล็ก

ง. การสร้างซูโครจากกลูโคสและฟรุกโทส

24. รูบิสโก ทำงานในขั้นตอนใด

ก. Light reaction ข. Carboxylation

ค. Reduction ง. Regeneration

25. การสร้างน้ำตาลซูโครส 1 โมเลกุลจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ กี่โมเลกุล

ก. 6 ข. 9

ค. 12 ง. 18

26. ข้อใด ไม่ใช่ปัจจัยโฟโตเรสไพเรชนสูง

ก. แสงแดดจ้า ข. อุณหภูมิสูง

ค. ปริมาณ O2 สูง ง. ปริมาณ CO_2 สูง

27. พืช C3 มีอัตราการเกิดโฟโตเรสไพเรชั่น สูงกว่าพืช C4 เพราะเหตุใด

ก. RuBisCO อยู่ในมีโซฟิลล์เท่านั้น

ข. RuBisCO อยู่ในเยื่อหุ้มท่อน้ำ ท่ออาหารเท่านั้น

ค. RuBisCO อยู่ในเยื่อหุ้มท่อน้ำ ท่ออาหาร และมีโซฟิลล์

ง. RuBisCO ของพืช C_3 มีอัตราการเร่งการรวมตัวกับ O_2 ได้ดีกว่าพืช C_4

28. ในว่านหางจระเข้คาร์บอนในคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบคาร์บอนครั้งแรกในรูปใด

ก. phosphoglycerate ข. oxaloacetate

ค. phosphoglyceraldehyde ง. malate

29. ข้อใดเป็นลักษณะของพืช CAM

ก. ต้นไม้อวบน้ำไม่มีใบ

ข. มีจำนวนปากใบน้อย อวบน้ำ

ค. เปลี่ยนใบเป็นหนาม มีการหายใจในเวลากลางคืน

ง. เปิดปากใบและมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในเวลากลางคืน มีการสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน

30. พืช CAM คาร์บอนที่สะสมไว้เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวันอยู่ในรูปใด

ก. malate

ข. oxaloacetate

ค. phosphoglycerate

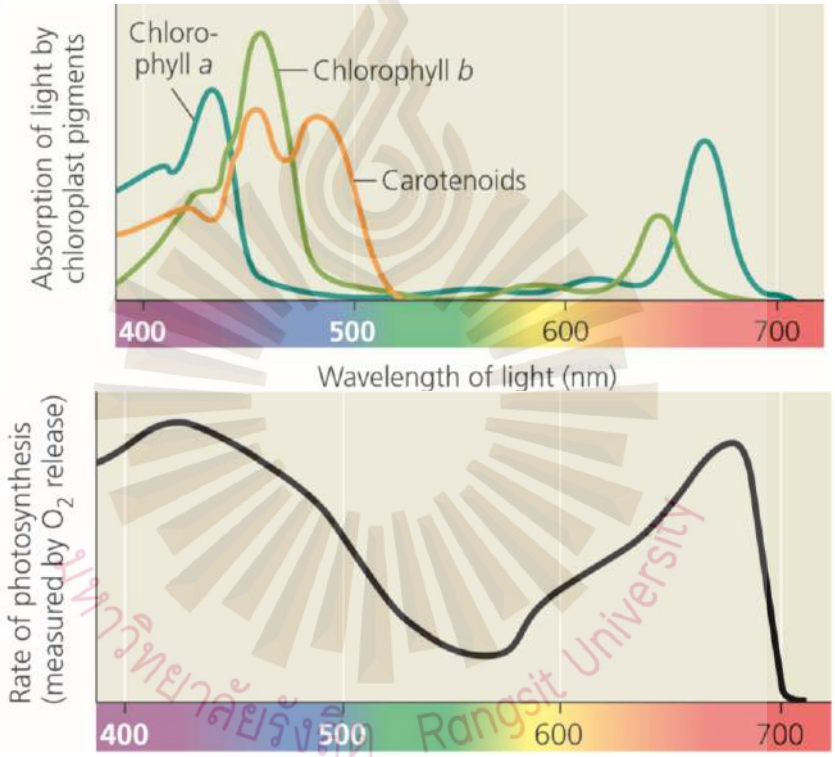
ง. phosphoenolpyruvate

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข. 4 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1. จากกราฟ แสดงการดูดกลืนแสงของของรงค์วัตถุในใบพืช และกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง



ถ้านำต้นมะละกอวางในห้องที่มีแสงสีเขียวเท่านั้น อยากทราบว่า

การดูดกลืนแสงของรงค์วัตุของพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร มีผลต่อการสังเคราะห์แสงอย่างไร เพราะเหตุใด

……

……

……

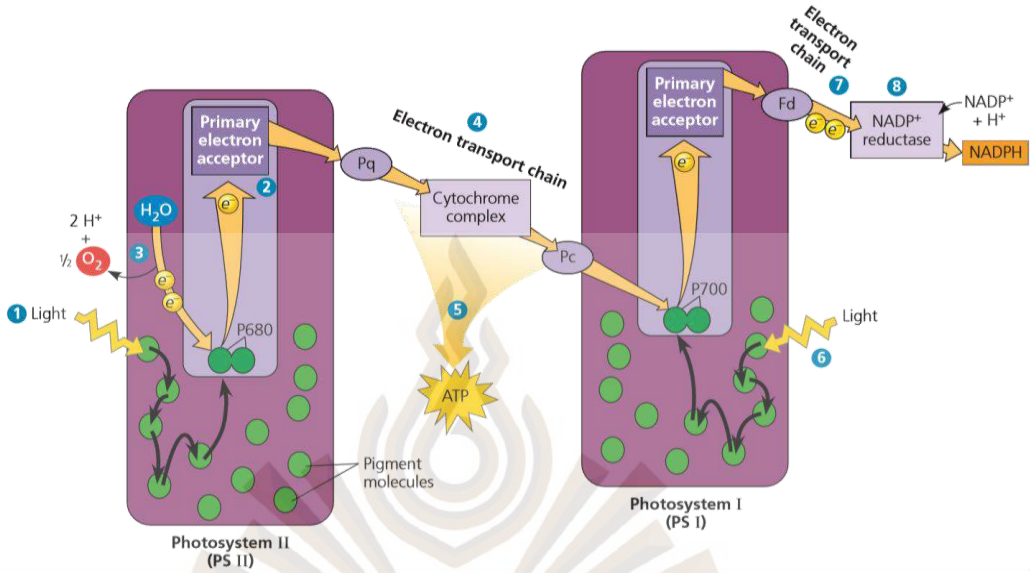
……

……

……...……

……...……

2. ภาพแสดงการถ่ายทอดอิเล็กตรอน



ธนนท์รักต้นไม้มาก ๆ ในบางครั้งเขายังกำจัดวัชพืชให้กับต้นไม้ที่ปลูกโดยใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีผลยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอน คือ มีกลไกไปแย่งหน้าที่การทำงานของ $NADP^+$ ในปฏิกิริยาแสงของวัชพืช อยากทราบว่า นักเรียนคิดว่าสารกำจัดวัชพืชที่ธนนท์ใส่ ทำให้รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบใด จะทำให้วัชพืชตายหรือไม่

……

……...……

……...……

……...……

……...……

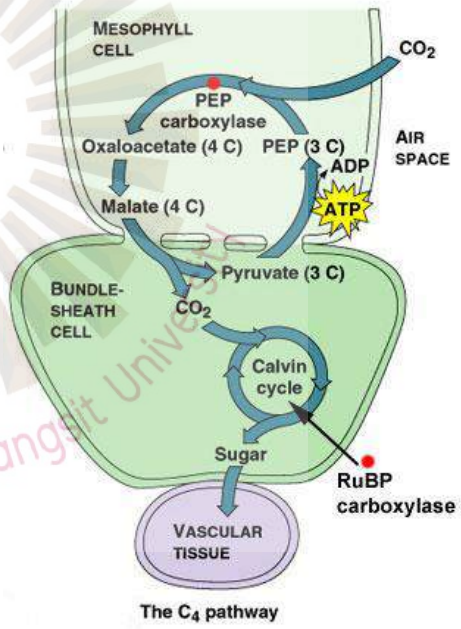
……...……

……...……

3. ในวันที่แสงแดดจัด และแห้งแล้งที่สุดของปี พืชมีการตอบสนองโดยการเปิดปากใบน้อยลง เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ส่งผลให้พืชเกิดผลผลิตจากการตรึงคาร์บอนที่ต่ำลง อยากทราบว่า ถ้าสภาพอากาศเป็นแบบนี้ทุก ๆวัน จะทำให้พืชมีการเติบโตเปลี่ยนไปอย่างไร เพราะเหตุใด

……
……
……
……
……
……
……

4. ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พืช C_3 C_4 และ CAM ไม่มีความแตกต่างกันในขั้นตอนปฏิกิริยาแสง แต่การตรึงคาร์บอนมีความแตกต่างกัน โดยพืช C3 ตรึงคาร์บอนเพียง 1 ครั้ง แต่ C4 และ CAM มีการตรึงคาร์บอน 2 ครั้ง จากภาพเป็นภาพแสดงการตรึงคาร์บอนของพืช C4 อยากทราบว่าถ้าพืชมีปริมาณสารที่เปลี่ยนมาลิก ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับไพรูเวทน้อย จะส่งผลให้เกิดอะไรขึ้น



……
……
……
……
……

……...……

……...……

5. การตรึงคาร์บอนในพืชแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ พืช C3 C4 และ CAM โดยพืชแต่ละชนิดเป็นพืชที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยกล่าวได้ว่าพืชมีการวิวัฒนาเพื่อปรับตัวให้เหมาะสมตามสิ่งแวดล้อม เช่น มีจำนวนครั้งในการตรึงคาร์บอนที่ต่างกัน มีการเกิดโฟโตเรสไพเรชั่นที่น้อยลง คำถามถามว่า หญ้าแห้วหมู ชบา และ กระบองเพชรมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกันอย่างไร จงเติมคำตอบลงในตาราง

	จำนวนครั้งในการตรึงคาร์บอน	สารตัวแรกที่ได้จากการตรึงคาร์บอน	การเกิดโฟโตเรสไพเรชั่น (เกิด / เกิดน้อยมาก)	เวลาการสังเคราะห์น้ำตาล (กลางวัน / กลางคืน)
หญ้าแห้วหมู	2	OAA		
ชบา				กลางวัน
กระบองเพชร			เกิดน้อย	

จากข้อมูลในตารางถ้าในสภาพที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ พิชสามารถปรับตัวอยู่ได้ เพราะเหตุใด

……

……...……

……...……

……...……

……...……

……...……

……...……

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข. 5 แบบบันทึกหลังการสอนของครู

แบบบันทึกหลังการสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... เวลา .....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30242

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

เรื่อง .....

ชื่อผู้สอน วณิชชา หมั่นเรียน

.....

คำชี้แจง แบบบันทึกสนามชุดนี้ใช้สำหรับผู้วิจัยจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1. ขั้นสร้างแรงจูงใจ (motivation)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

2. ขั้นการเรียนรู้ (active learning)

ผลการสอน

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ (conclusion)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

4. ขั้นรายงานและนำเสนอ (reporting)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

5. ขั้นการเผยแพร่ความรู้ (obtain)

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาววณิชชา หมั่นเรียน)

วันที่.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

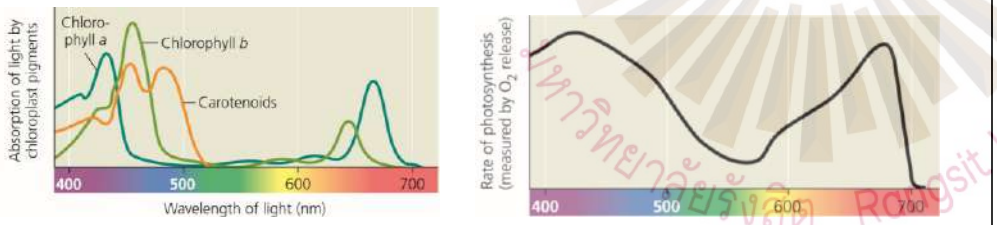
ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

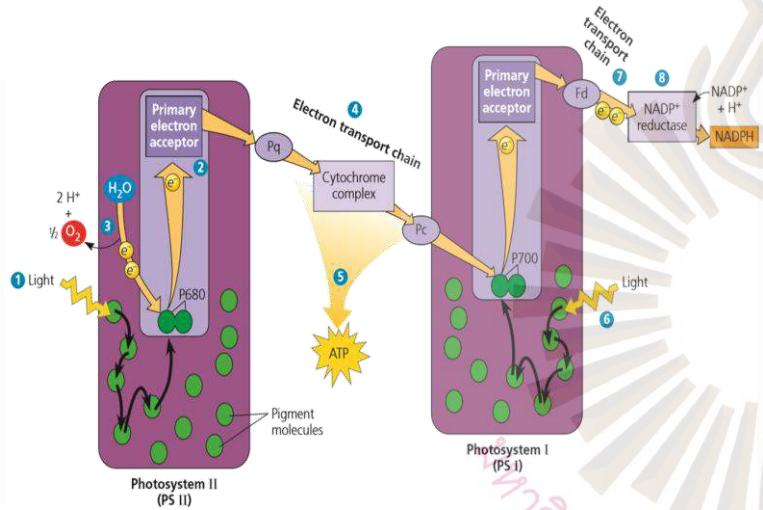
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ค. 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

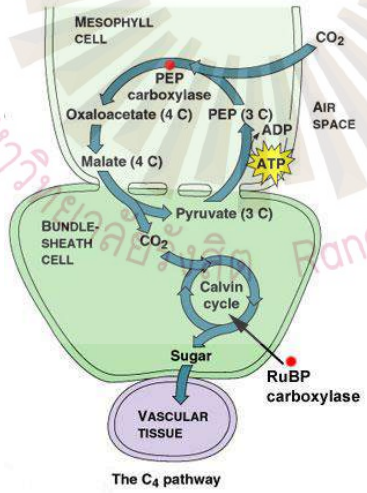
ตารางที่ ค.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
1	จากกราฟ แสดงการดูดกลืนแสงของของรงค์วัตถุในใบพืช และกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง  ถ้านำต้นมะละกอวางในห้องที่มีแสงสีเขียวเท่านั้น อยากทราบว่า การดูดกลืนแสงของรงค์วัตุของพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร มีผลต่อการสังเคราะห์แสงอย่างไร เพราะเหตุใด	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
2	ภาพแสดงการถ่ายทอดอิเล็กตรอน  ธนนท์รักต้นไม้มาก ๆ ในบางครั้งเขายังกำจัดวัชพืชให้กับต้นไม้ที่ปลูกโดยใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีผลยับยั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอน คือ มีกลไกไปแย่งหน้าที่การทำงานของ $NADP^+$ ในปฏิกิริยาแสงของวัชพืช อยากทราบว่า นักเรียนคิดว่าสารกำจัดวัชพืชที่ธนนท์ใส่ ทำให้รบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบใด จะทำให้วัชพืชตายหรือไม่	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี Dhonburi Rajabhat University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
3	ในวันที่แสงแดดจัด และแห้งแล้งที่สุดของปี พืชมีการตอบสนองโดยการเปิดปากใบน้อยลงเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ส่งผลให้พืชเกิดผลผลิตจากการตรึงคาร์บอนที่ต่ำลง อยากทราบว่า ถ้าสภาพอากาศเป็นแบบนี้ทุก ๆวัน จะทำให้พืชมีการเติบโตเปลี่ยนไปอย่างไร เพราะเหตุใด	1	1	1	1
4	ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พืช C_3 C_4 และ CAM ไม่มีความแตกต่างกันในขั้นตอนปฏิกิริยาแสง แต่การตรึงคาร์บอนมีความแตกต่างกัน โดยพืช C3 ตรึงคาร์บอนเพียง 1 ครั้ง แต่ C4 และ CAM มีการตรึงคาร์บอน 2 ครั้ง จากภาพเป็นภาพแสดงการตรึงคาร์บอนของพืช C4 อยากทราบว่าถ้าพืชมีปริมาณสารที่เปลี่ยนมาลิก ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับไพรูเวทน้อย จะส่งผลให้เกิดอะไรขึ้น 	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

<table>
<tr><th rowspan="2">ข้อที่</th><th rowspan="2">เนื้อหา/ข้อสอบ</th><th colspan="3">ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ</th><th rowspan="2">ค่าเฉลี่ย</th></tr>
<tr><th>คนที่1</th><th>คนที่2</th><th>คนที่3</th></tr>
<tr><td>5</td><td>การตรึงคาร์บอนในพืชแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ พืช C_3 C_4 และ CAM โดยพืชแต่ละชนิดเป็นพืชที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยกล่าวได้ว่าพืชมีการวิวัฒนาเพื่อปรับตัวให้เหมาะสมตามสิ่งแวดล้อม เช่น มีจำนวนครั้งในการตรึงคาร์บอนที่ต่างกัน มีการเกิดโฟโตเรสไพเรชั่นที่น้อยลง คำถามถามว่า หญ้าแห้วหมู ชบา และ กระบองเพชร มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกันอย่างไร จงเติมคำตอบลงในตาราง
<table>
<tr><th></th><th>จำนวนครั้งในการตรึงคาร์บอน</th><th>สารตัวแรกที่ได้จากการตรึงคาร์บอน</th><th>การเกิดโฟโตเรสไพเรชั่น</th><th>เวลาการสังเคราะห์น้ำตาล</th></tr>
<tr><td>หญ้าแห้วหมู</td><td>2</td><td>OAA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ชบา</td><td></td><td></td><td></td><td>กลางวัน</td></tr>
<tr><td>กระบองเพชร</td><td></td><td></td><td>เกิดน้อย</td><td></td></tr>
</table>
จากข้อมูลในตารางถ้าในสภาพที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ พิชสามารถปรับตัวอยู่ได้ เพราะเหตุใด</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0.67</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>0.93</td></tr>
</table>

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

จากตารางที่ ค 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ข้อ พบว่า โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบในแต่ละข้อนั้นมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.93 ซึ่งแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของการใช้คำให้สละสวยและมีการบอกหัวข้อเรื่องที่ข้อสอบแต่ละข้อ

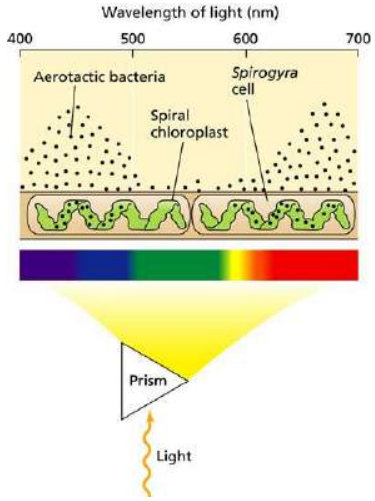
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ค. 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

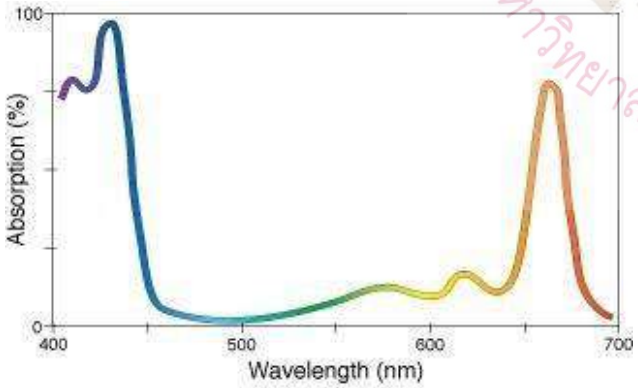
ตารางที่ ค.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
1	คลอโรฟิลล์อยู่ที่โครงสร้างใดของคลอโรพลาสต์ ก. inner membrane ข. outer membrane ค. thylakoid membrane ง. Stroma	1	1	1	1
2	องค์ประกอบใดในโมลเลกุลของคลอโรฟิลล์ ที่ทำให้คลอโรฟิลล์มีความเป็นขั้วสูงกว่าแคโรทีนอยด์ ก. methyl group ข. phenol group ค. Mg^{2+} ง. Cation	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
3	จากภาพการทดลองของ Engel man ที่พบว่ามี aerobic bacteria จำนวนมากมาอยู่บริเวณสาหร่าย สไปโรไจรา (Spirogyra) ที่ได้รับแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ดังภาพ ปัจจัยใดเป็นสาเหตุให้มี การรวบตัวของแบคทีเรียในบริเวณดังกล่าว  ก. คาร์บอนไอออกไซด์ต่ำ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสง ข. น้ำตาลสูง ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย ค. คาร์บอนไดออกไซสูงซึ่งเกิดจากการหายใจของสาหร่าย ง. ออกซิเจนสูง ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย	1	1	1	1
4	แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงมีการสร้างซัลเฟอร์จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยตัวให้อิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือสารชนิดใด ก. น้ำ ข. ออกซิเจน ค. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	1	0	1	0.67

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
5	สิ่งมีชีวิตชนิดใดไม่พบคลอโรฟิลล์ เอ ก. เฟิร์น ข. สาหร่ายสีแดง ค. ไซยาโนแบคทีเรีย ง. กรีนแบคทีเรีย	1	1	0	0.67
6	ข้อใดเป็นสารที่พบในไซยาโนแบคทีเรีย ก. คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์ บี แคโรนีนอยด์ ข. คลอโรฟิลล์เอ แบคทริโอคลโรฟิลล์ เอ แคโรนีนอยด์ ค. คลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์ ไฟโคบิลิน ง. แบคทริโอคลอโรฟิลล์เอ แคโรนีนอยด์ ไฟโคบิลิน	1	0	1	0.67
7	สารที่มี absorption spectrum ดังภาพควรมีสีอะไร  ก. แดง ข. น้ำเงิน ค. เขียวเหลือง ง. เหลืองส้ม	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
8	อุปกรณ์ที่สามารถใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสี คือข้อใด ก. prism ข. photometer ค. spectrophotometer ง. photosynthesis meter	1	1	1	1
9	ข้อใดเป็นกลุ่มโปรตีนเชิงซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในการสังเคราะห์ด้วยแสง ก. รูบิสโก ระบบแสง I ระบบแสง II ข. ระบบแสง I ระบบแสง II ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ค. ระบบแสง I ระบบแสง II ATP synthase ง. รูบสิโก ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ATP synthase	1	1	1	1
10	ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในการสังเคราะห์ด้วยแสง ก. รบูสิโก ข. ระบบแสง I ค. ระบบแสง II ง. ไซโทโครมคอมเพลก็ซ์	1	1	1	1
11	เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาการสร้าง ATP ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือเอนไซม์ ชนิดใด ก. Adenosinase ข. ATP synthase ค. ATP synthase ง. Adenosine triphosphatase	1	1	0	0.67

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
12	สารใดต่อไปนี้สามารถเป็นตัวให้อิเล็กตรอนกับ reaction center ของระบบแสง II ได้ ก. น้ำ ข. คาร์บอนไดออกไซด์ ค. ออกซิเจน ง. น้ำตาลกลูโคส	1	1	1	1
13	ATP และ NADPH จากปฏิกิริยาแสงสร้างที่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์ ก. สโตรมา ข. ลูเมน ค. กรานา ง. สโตรมาและลูเมน	1	1	1	1
14	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก non-cyclic electron transfer ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือข้อใด ก. ATP ข. NADPH ค. H_2O ง. ATP และ NADPH	1	1	1	1
15	ข้อใดเรียงลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงได้อย่างถูกต้อง ก. ระบบแสง II ควิโนน ระบบแสง I ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ข. ระบบแสง I ควิโนน ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ระบบแสง II ค. ระบบแสง I ควิโนน ระบบแสง II ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ง. ระบบแสง II ควิโนน ไซโทโครมคอมเพล็กซ์ ระบบแสง I	1	1	1	1

มหาวิทยาลัย รังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
16	สารใดต่อไปนี้สามารถเป็นตัวให้และรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง ก. คลอโรฟิลล์ เอ ข. คลอโรฟิลล์ บี ค. แคโรทีน ง. แซนโทฟิลล์	1	1	1	1
17	ATP synthase อยู่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์ ก. inner membrane ข. stroma ค. thylakoid membrane ง. Lumen	1	1	1	1
18	ขั้นตอนของปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนคือข้อใด ก. Reduction Regeneration Regression ข. Oxygenation Carboxylation Reduction ค. Carboxylation Reduction Regeneration ง. Carboxylation Regeneration Regression	1	1	1	1
19	ปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดในคลอโรพลาสต์ ก. outer membrane ข. inner membrane ค. thylakoid membrane ง. Stroma	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
20	ข้อใดคือปฏิกิริยาในขั้น carboxylation ก. การใช้ ATP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ข. การใช้ RUBP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ค. การใช้ NADPH เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ง. การใช้ RuBP และ ATP เพื่อตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	1	1	1	1
21	สารประกอบตัวแรกที่ถูกสร้างขึ้นในวัฏจักรคัลวิน คืออะไร ก. PGA ข. PGAL ค. RuBP ง. กลูโคส	1	1	1	1
22	พืชชนิดใดมีวัฏจักรคัลวิน ก. พืช C_3 ข. พืช C_4 ค. พืช CAM ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1
23	ข้อใดคือสิ่งที่เกิดในปฏิกิริยารีดักชั่นวัฏจักรคัลวิน ก. การสร้างน้ำตาลจาก PGA ข. การสร้างสารอินทรีย์จากสารดนินทรีย์ ค. การสร้างน้ำตาลกลูโคสจากสารอินทรีย์ขนาดเล็ก ง. การสร้างซูโครจากกลูโคสและฟรุกโทส	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
24	รูบิสโก ทำงานในขั้นตอนใด ก. Light reaction ข. Carboxylation ค. Reduction ง. Regeneration	1	1	1	1
25	การสร้างน้ำตาลซูโครส 1 โมเลกุลจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ กี่โมเลกุล ก. 6 ข. 9 ค. 12 ง. 18	1	1	1	1
26	ข้อใด ไม่ใช่ปัจจัยโฟโตเรสไพเรชนสูง ก. แสงแดดจ้า ข. อุณหภูมิสูง ค. ปริมาณ O2 สูง ง. ปริมาณ CO_2 สูง	1	1	1	1
27	พืช C3 มีอัตราการเกิดโฟโตเรสไพเรชั่น สูงกว่าพืช C4 เพราะเหตุใด ก. RuBisCO อยู่ในมีโซฟิลล์เท่านั้น ข. RuBisCO อยู่ในเยื่อหุ้มท่อน้ำ ท่ออาหารเท่านั้น ค. RuBisCO อยู่ในเยื่อหุ้มท่อน้ำ ท่ออาหาร และมีโซฟิลล์ ง. RuBisCO ของพืช C_3 มีอัตราการเร่งการรวมตัวกับ O_2 ได้ดีกว่าพืช C_4	1	1	1	1

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3	
28	ในว่านหางจระเข้คาร์บอนในคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบคาร์บอนครั้งแรกในรูปใด ก. phosphoglycerate ข. oxaloacetate ค. phosphoglyceraldehyde ง. malate	1	1	1	1
29	ข้อใดเป็นลักษณะของพืช CAM ก. ต้นไม้อวบน้ำไม่มีใบ ข. มีจำนวนปากใบน้อย อวบน้ำ ค. เปลี่ยนใบเป็นหนาม มีการหายใจในเวลากลางคืน1 ง. เปิดปากใบและมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในเวลากลางคืน มีการสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน	1	1	1	1
30	พืช CAM คาร์บอนที่สะสมไว้เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวันอยู่ในรูปใด ก. malate ข. oxaloacetate ค. phosphoglycerate ง. phosphoenolpyruvate	1	1	1	1
					0.95

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

จากตารางที่ ค 2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ พบว่า โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบในแต่ละข้อนั้นมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.95 ซึ่งแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของภาษาที่ใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง

รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ ง. 1.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
2	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
3	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
4	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
5	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
6	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
7	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
8	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
9	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
10	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
11	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
12	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
13	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
14	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
15	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
16	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
17	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
18	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
19	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain

ตารางที่ ง. 1.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
20	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
21	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
22	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
23	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
24	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
25	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
26	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
27	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
28	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
29	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
30	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
31	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
32	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
33	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
34	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
35	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
36	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
37	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
38	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
39	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
40	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
41	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
42	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain

ตารางที่ ง. 1.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
43	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
44	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
45	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
46	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
47	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
48	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
49	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
50	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 2 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ ง. 2.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
2	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
3	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
4	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
5	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
6	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
7	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
8	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
9	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
10	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
11	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
12	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
13	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
14	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
15	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
16	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
17	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
18	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
19	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain

ตารางที่ ง. 2.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
20	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
21	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
22	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
23	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
24	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
25	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
26	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
27	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
28	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
29	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
30	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
31	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
32	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
33	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
34	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
35	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
36	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
37	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
38	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
39	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
40	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
41	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
42	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain

ตารางที่ ง. 2.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
43	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
44	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
45	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
46	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
47	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
48	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
49	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
50	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 3 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ ง. 3.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
2	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
3	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
4	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
5	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
6	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
7	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
8	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
9	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
10	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
11	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
12	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
13	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
14	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
15	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
16	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
17	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
18	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
19	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain

ตารางที่ ง. 3.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
20	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
21	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
22	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
23	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
24	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
25	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
26	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
27	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
28	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
29	0.00	83.33	83.33	100.00	0.83	High gain
30	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
31	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
32	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
33	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
34	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
35	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
36	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
37	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
38	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
39	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
40	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
41	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
42	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain

ตารางที่ ง. 3.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
43	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
44	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
45	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
46	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
47	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
48	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
49	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
50	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 4 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ ง. 4.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
2	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
3	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
4	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
5	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
6	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
7	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
8	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
9	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
10	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
11	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
12	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
13	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
14	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
15	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
16	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
17	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
18	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
19	0.00	83.33	83.33	100.00	0.83	High gain

ตารางที่ ง. 4.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
20	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
21	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
22	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
23	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
24	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
25	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High gain
26	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
27	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
28	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
29	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High gain
30	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
31	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
32	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
33	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
34	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
35	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
36	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
37	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
38	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
39	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
40	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
41	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
42	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain

ตารางที่ ง. 4.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
43	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
44	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
45	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
46	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
47	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
48	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
49	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
50	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 5 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO model ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ ง. 5.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
2	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
3	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
4	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
5	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
6	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
7	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
8	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
9	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
10	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
11	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
12	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
13	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
14	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
15	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
16	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
17	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
18	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
19	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain

ตารางที่ ง. 5.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
20	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High gain
21	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
22	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
23	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
24	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
25	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High gain
26	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain
27	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
28	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
29	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High gain
30	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
31	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
32	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
33	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
34	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
35	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
36	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
37	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
38	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
39	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
40	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
41	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
42	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain

ตารางที่ ง. 5.1 คะแนนความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ของนักเรียนที่ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน (ต่อ)

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
43	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
44	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
45	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
46	0.00	66.67	66.67	100.00	0.67	Medium Gain
47	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
48	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High gain
49	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High gain
50	0.00	50.00	50.00	100.00	0.50	Medium Gain

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	วณิชชา หมั่นเรียน
วัน เดือน ปีเกิด	7 ธันวาคม 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา, 2561 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2562
ทุนการศึกษา	โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)
ที่อยู่ปัจจุบัน	303/39 หมู่ 7 ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University