



การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี
เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



โดย
วาสนา ช้างเพชร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยครูสุริยเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562



**ENHANCEMENT OF MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS' SCIENTIFIC
EXPLANATION ABILITY IN THE LESSON ON CELLULAR RESPIRATION
USING INQUIRY-BASED LEARNING AND VEE DIAGRAM**

BY

WADSANA CHANGPHET



**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

การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

วาสนา ช้างเพชร

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

ผศ. ดร. นิสา พักตร์วิไล
ประธานกรรมการสอบ

ดร. ปวีณา สุจริตชนารักษ์
กรรมการ

ดร. วันทิกา เครือน้ำคำ
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต.หญิง ดร. วรณีย์ สุขสาตร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

4 มิถุนายน 2563

Thesis entitled

**ENHANCEMENT OF MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS' SCIENTIFIC
EXPLANATION ABILITY IN THE LESSON ON CELLULAR RESPIRATION
USING INQUIRY-BASED LEARNING AND VEE DIAGRAM**

by

WADSANA CHANGPHET

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.Plт.Off.Vanee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

June 4, 2020

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ดร.วันทิกา เครือคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สำหรับการให้คำปรึกษา และการให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสา พักตร์วิไล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ปวีณา สุจริตชนารักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมถึงผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปด้วยดี ทำให้ได้รับข้อมูลที่ได้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนที่กรุณาให้อนุญาตในการเก็บข้อมูลวิจัยในโรงเรียน ขอขอบพระคุณครูพี่เลี้ยงและอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา ตลอดจนนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 3 ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนและห่วงใยมาตลอด ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

วาสนา ช้างเพชร
ผู้วิจัย

6105978 : วาสนา ช้างเพชร
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการ
 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี
 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 หลักสูตร : ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วันทิกา เครือน้ำคำ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ณ สถานศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น ที่เรียกว่า Normalized gain <g> สำหรับการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และใช้การทดสอบ t-test สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแผนการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ Low gain ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับ Medium gain แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ High gain และแผนที่ 4 ทุกคนมีคะแนนอยู่ในระดับ High gain 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 144 หน้า)

สำคัญ : การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แผนผังแนวความคิดรูปตัววี การจัดการเรียนการสอน
 แบบสืบเสาะหาความรู้

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

6105978 : Wadsana Changphet
 Thesis Title : Enhancement of Mattayomsuksa 4 Students' Sciencetific Explanation Ability in the Lesson on Cellular Respiration Using Inquiry-based Learning and Vee Diagram
 Program : Master of Arts in Teaching Science
 Thesis Advisor : Wantika Kruanamkam, Ph.D.

Abstract

The purpose of this research were to enhance Mattayomsuksa 4 students' scientific explanation ability in a biology lesson on cellular respiration and compared learning achievement of biology subject on cellular respiration before and after using inquiry-based learning and Vee Diagram. The samples were 45 Mattayomsuksa 4 students at a school in Pathumthani Province during the academic year 2019, the number of which was obtained from purposive sampling. The research instruments were four lesson plans integrated with inquiry-based learning and Vee Diagram on cellular respiration, a scientific explanation test, and a learning achievement test. The data were analyzed by using Normalized gain <g> for the scientific explanation test. The pre-test and post-test mean scores of learning achievement were compared using dependent sample t-test.

The research findings revealed that the scientific explanation ability of Mattayomsuksa 4 students in each lesson plan after using inquiry-based learning and Vee Diagram increased. The average normalized gains for the first and the second lesson plan were classified as low gain, and medium gain, respectively. The average normalized gains for the third and the fourth lesson plan were classified as high gains. The post-test mean score was higher than the pre-test mean score with a significance level of .01.

(Total 144 pages)

Keywords: Scientific Explanation, Vee Diagram, Inquiry-based Learning

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

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1	บทนำ
	1
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
	1
1.2	วัตถุประสงค์การวิจัย
	4
1.3	ขอบเขตการวิจัย
	4
1.4	สมมติฐานการวิจัย
	5
1.5	กรอบแนวคิดการวิจัย
	6
1.6	นิยามศัพท์
	7
1.7	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
	8
บทที่ 2	ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
	9
2.1	การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)
	10
2.2	คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation)
	17
2.3	วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning)
	26
2.4	แผนผังแนวความคิดรูปตัววี (Vee Diagram)
	29
2.5	เนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration)
	33
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	ระเบียบวิธีการวิจัย
3.1	บริบทโรงเรียน
3.2	สภาพห้องเรียน
3.3	กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา
3.4	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.5	รูปแบบการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6	การวิเคราะห์ข้อมูล
บทที่ 4	ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล
4.1	ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
4.2	ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1	สรุปผลการวิจัย
5.2	ข้อเสนอแนะ
บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	87
ภาคผนวก ก	รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
ภาคผนวก ข	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ภาคผนวก ค	ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ภาคผนวก ง	รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ
ภาคผนวก จ	รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงคุณภาพ
ภาคผนวก ฉ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ แผนผังแนวความคิดรูปตัววี

สารบัญ (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

หน้า

144



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	18
2.2 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	25
3.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา	49
3.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา	50
4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ก่อนเรียนและหลังเรียน	72

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	6
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	19
2.2 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี ของโกวิน	31
4.1 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) เรื่อง ไกลโคไลซิส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	69
4.2 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) เรื่อง การสร้างแอซิทิลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	69
4.3 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	70
4.4 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4) เรื่อง กระบวนการหมัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	70
4.5 ร้อยละของนักเรียนทั้งหมดที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ Low Gain Medium Gain และ High Gain เรียงตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยและอีกกว่า 70 ประเทศได้มีการเข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งเป็นข้อสอบที่ใช้ประเมินความฉลาดรู้ (Literacy) จากการเลือกตอบ เขียนตอบสั้น ๆ และเขียนอธิบาย เป็นต้น ผลการประเมินของประเทศไทยแนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 พบว่า ผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ทักษะที่จำเป็นของของเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 นั้นประกอบด้วยหลัก 3r8c โดย 3r ที่ว่านั่นคือ Reading อ่านออก, (W) Riting เขียนได้, (A) Rithmatic มีทักษะในการคำนวณ ส่วน 8C คือ Critical Thinking and Problem Solving คือมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแก้ปัญหาได้ Creativity and Innovation คือคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม Collaboration Teamwork and Leadership คือความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ Communication Information and Media Literacy คือทักษะในการสื่อสาร และการรู้เท่าทันสื่อ Cross-cultural Understanding คือความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม กระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม Computing and ICT Literacy คือทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี (วัชร จตุพร, 2561, น. 13) โดยผู้วิจัยเล็งเห็นว่าในทางวิทยาศาสตร์นั้นทักษะ Critical Thinking and Problem Solving นั้นสำคัญเป็นอย่างมากเพราะวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รูปแบบหนึ่งในการบ่งบอกว่าเด็กมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลคือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวทางสำคัญที่ใช้จัดการเรียนรู้เพื่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ภาระงานที่มอบหมายให้นักเรียนนั้นต้องเป็นการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หรืออาจจัดเป็นขั้นตอนตามรูปแบบการสอนที่นักการศึกษานำเสนอ ดังนั้นจุดเน้นของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงอยู่ที่การออกแบบภาระงานให้นักเรียนได้ปฏิบัติ (สันติชัย อนุวัชรชัย, 2557)

จากการค้นคว้าผู้วิจัยได้สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี มาปรับใช้เพราะนอกจากรูปแบบการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันของเด็กแล้ว ยังช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณได้อีกด้วย โดยในเทคนิคนี้จะเน้นให้เด็กสืบเสาะความรู้ด้วยตนเอง จากนั้นนำคำตอบที่ได้มาสร้างเป็นแผนผังแนวความคิดรูปตัววีและอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟังเพราะแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นแผนผังแนวความคิดที่ชี้นำให้นักเรียนหาเหตุผลและหลักการหรือทฤษฎีที่เป็นที่มาของคำตอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ในที่นี้หมายถึงการให้เหตุผลโดยมีการอ้างอิงที่มาจากความรู้ที่ตนมีอยู่ และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา การสังเกตการสอน การสอบถามอย่างไม่เป็นทางการจากครูพี่เลี้ยง และประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา รวมถึงประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของผู้วิจัยเอง นั้นพบว่าเด็กไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็นหรือมีส่วนร่วมในชั้นเรียนเท่าที่ควร เนื่องจากเด็กกลัวว่าจะถูกเพื่อนในห้องล้อเลียน หรือถูกครูตำหนิหากตอบคำถามผิด หรือบางครั้งมีการมีการตอบคำถามแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือหากมีการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนส่วนใหญ่ มีการใส่ความคิดเห็นของตัวเองรวมเข้าไปด้วย อาจเนื่องจากรูปแบบการสอนส่วนใหญ่ยังคงใช้รูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง เน้นการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหาวิชา โดยผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการบรรยาย มุ่งเรื่องความรู้ความจำมากกว่าการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างในเรื่องศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2543, น. 24) ได้สรุปไว้ว่า บุคคลมีศักยภาพในการเรียนรู้ต่างกัน แต่ถึงแม้จะมีความแตกต่างกันแค่ไหนเพียงใดก็ตาม บุคคลย่อมสามารถพัฒนาความสามารถของตนเองให้เต็มตามศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวอาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้เต็มที่ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดกระบวนการฝึกคิดแก้ปัญหา ขาดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน จนในระดับอุดมศึกษาที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบครูผู้สอนบรรยายในห้องเรียนส่วนหนึ่งโดยเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสนำการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนระหว่างการเรียนรู้มากขึ้น เป็นการพูดคุยเพื่อหาคำตอบในระหว่างการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และการทบทวนเนื้อหาบทเรียนนอกเวลา พบว่าการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายกันนั้นทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มากกว่า เพราะเด็กจะต้องทำการหาหลักฐานและข้อสนับสนุน

คำตอบด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยได้ตระหนักในสำคัญของการจัดการเรียนรู้การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ซึ่งเป็นรูปแบบในการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เปิดโอกาสและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ผ่านการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยใช้กระบวนการในการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายในชั้นเรียน มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ วิเคราะห์ผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากที่สุด มี 4 ขั้นตอน โดยมีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) รวมถึงผู้วิจัยได้มีการให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำแบบประเมินความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยกให้เรื่องการหายใจระดับเซลล์เป็นบทเรียนที่ยากที่สุดในบรรดาบทเรียนที่ผ่านมาทั้งหมด

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยงานวิจัยฉบับนี้ทำการวิจัย ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี โดยอยู่ภายใต้สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาของหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 บทที่ 3 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ในหัวข้อ การหายใจระดับเซลล์

1.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.3.2.1 ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 126 คน

1.3.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวนนักเรียน 45 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอน

1.3.4 ระยะเวลา

ผู้วิจัยใช้เวลาในการทำวิจัยอยู่ในช่วง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 โดยวิจัยในปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2563 ระยะเวลาการเก็บข้อมูลจำนวน 9 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

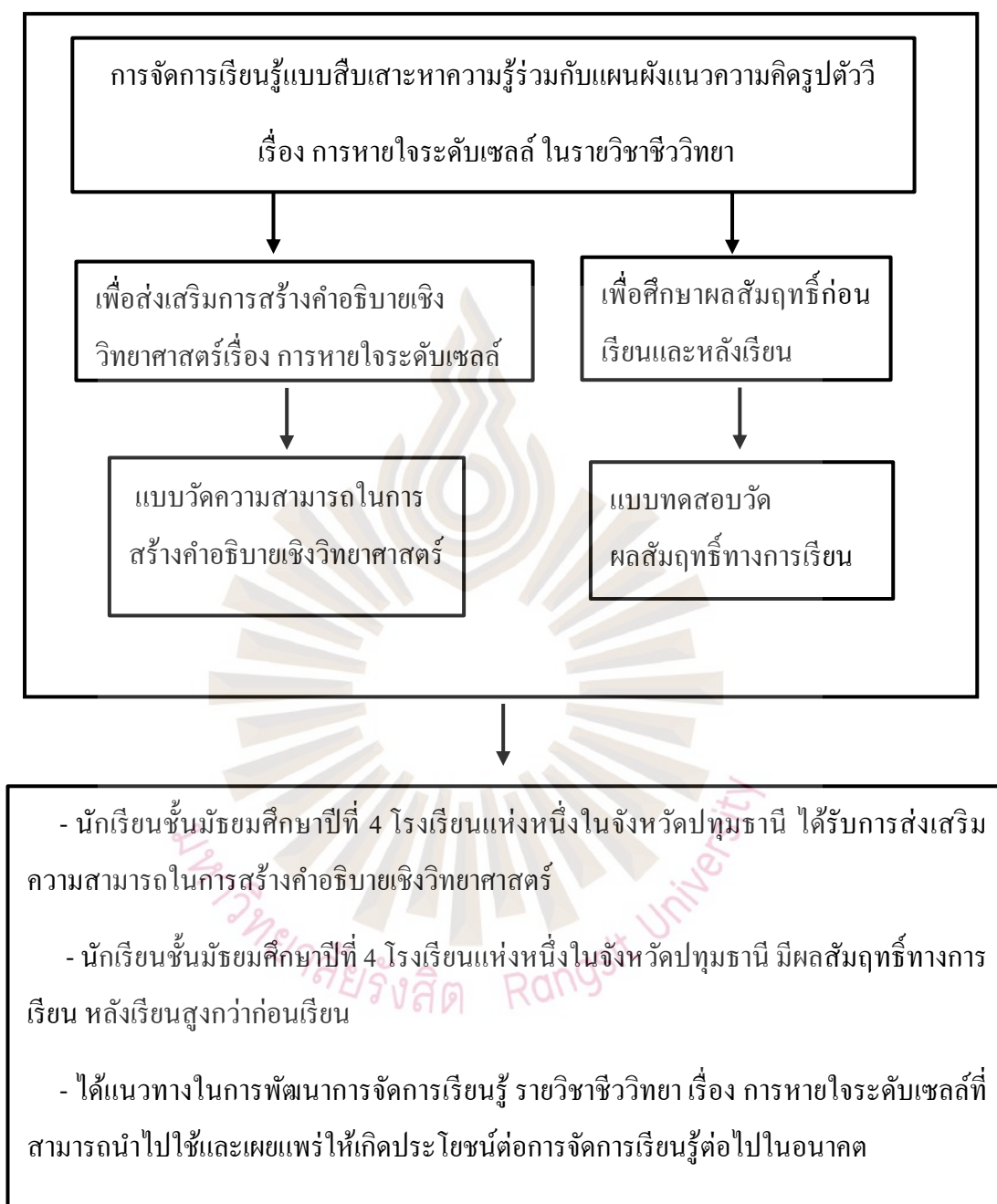
1.4 สมมติฐานงานวิจัย

1.4.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา สามารถส่งเสริมได้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี



1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.6 นิยามศัพท์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) หมายถึง ทักษะของผู้เรียนในการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบการให้เหตุผลเพื่อลงข้อสรุป หรือทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุปของคำถาม หรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยสามารถวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) โดยใช้ในการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ผลผลิตของสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ” และได้นำเสนอความหมายของคำอธิบายในวิทยาศาสตร์ (Explanation in Science) ว่ามี 5 ความหมาย ดังนี้ 1) คำอธิบาย คือ การให้ความหมายของคำในบริบททางวิทยาศาสตร์ให้มีความมีความชัดเจน 2) คำอธิบาย คือ ประโยคที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำอย่างมี เหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์ 3) คำอธิบาย คือ การอธิบายสาเหตุของสภาพ เหตุการณ์ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 4) คำอธิบาย คือ การอธิบายลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ 5) คำอธิบาย คือ การกล่าวอ้างทฤษฎีที่มาจากการนิรนัยจากกฎต่าง ๆ

แผนผังแนวความคิดรูปตัววี (Vee Diagram) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติความรู้ และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Actionresearch) ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) กล่าวว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิคแต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการศึกษาที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ได้รับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.7.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.7.3 ได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ที่สามารถนำไปใช้และเผยแพร่ให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้ออ้างอิงและแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

2.1.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.1.3 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.1.4 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2.2 คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation)

2.2.1 ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์

2.2.4 เครื่องมือในการวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.5 การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning)

2.3.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.3.2 องค์ประกอบที่สำคัญในการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.4 แผนผังแนวความคิดรูปตัววี (Vee Diagram)

2.4.1 ประวัติและความเป็นมาของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

2.4.2 ความหมายของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

2.4.3 โครงสร้างของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

2.5 เนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration)

2.5.1 การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ (Aerobic Respiration)

2.5.2 การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ (Anaerobic Respiration)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

2.1.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นวิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอน มีนักวิชาการให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

นุสบา เหมกุล (2559, น. 18) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นการวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้กระบวนการในการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ วิเคราะห์ วิเคราะห์ผล เพื่อนำไปสู่การแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อเข้าสู่วงจรใหม่ให้มีคุณภาพและดีขึ้นกว่าเดิม จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขสิ่งที่ปัญหานั้นได้จริง เพื่อเป็นการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน และส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากที่สุด

ผกาทิพย์ สังฆะมณี (2555, น. 32) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมของบุคคล โดยเน้นทางด้านการปฏิบัติ และมีการใช้วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตาม Kemmis and McTaggart (1988) คือ การวางแผน (Plan) การลงมือปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2552, น. 4) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็น การศึกษาของครูหรือผู้สอน เพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน หรือส่งเสริม พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และนำผลการปฏิบัติมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน ซึ่งเป็นการทำวิจัยอย่างรวดเร็ว นำผลการปฏิบัติการไปใช้ ในทันที และมีการสะท้อนข้อมูลกลับ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

พินันท์ คงคาเพชร (2552, น. 6) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่า เป็นการวิจัยที่ครูผู้สอนต้องการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนภายใน ห้องเรียน โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ไข ปัญหาที่เผชิญอยู่ ตลอดจนส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้วิจัยต้องปรับปรุง พัฒนา แก้ไข และดำเนินการวิจัยซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำผลการปฏิบัติมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียน การสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเอง

สุวิมล ว่องวาณิช (2548, น. 11) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ว่าเป็นการวิจัยภายในชั้นเรียนที่กระทำโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผล ที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน หรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น เพื่อก่อ ประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูล เกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานใน โรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อ พัฒนาการเรียนรู้ของทั้งครูและผู้เรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นกระบวนการที่กระทำโดย ผู้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นำมาสู่การปรับปรุงการเรียน การสอน และส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งผู้ปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนต้อง รู้จักปรับปรุง พัฒนา แก้ไขและดำเนินการเข้าสู่จรรยาบรรณการปฏิบัติการหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำผลการ ปฏิบัติมาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียน ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากที่สุด

2.1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

พินันท์ คงคาเพชร (2552, น. 10) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นการวิจัยที่มุ่งในการพัฒนาประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น โดยนำงานที่ปฏิบัติอยู่มาศึกษา วิเคราะห์สภาพการณ์ อันเป็นต้นเหตุให้การปฏิบัติงานนั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากนั้นจะใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์การปฏิบัติที่ผ่านมา ค้นหาหาข้อมูล และวิธีการที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ และนำวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

2.1.3 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

พินันท์ คงคาเพชร (2552, น. 12-13) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ผลของการวิจัยจะสะท้อนและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครู เพื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และทำให้เกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผู้ที่มีส่วนร่วม อันจะนำไปสู่การพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีลักษณะสำคัญที่ครูต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1) ครูผู้สอนควรเป็นผู้ทำวิจัย เพราะครูผู้สอนเป็นผู้รับผิดชอบกับการเรียนการสอนของผู้เรียนโดยตรง ได้เห็น ได้สัมผัสและเรียนรู้ผู้เรียนของตนเองตลอดเวลา ครูผู้สอนจึงเหมาะสมที่สุดในการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

2) ปัญหาในการทำวิจัยนั้นควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนของครูผู้สอน ซึ่งเกิดจากการสังเกตและการวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียนที่พบขณะที่ปฏิบัติการสอน อันนำไปสู่ความสนใจที่จะแก้ไขปัญหานั้นด้วยวิธีการของตนเอง ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนจึงไม่จำเป็นต้องทำเป็นงานวิจัยขนาดใหญ่ หรือนำปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมมาทำวิจัย แต่ควรเป็นปัญหาวิจัยที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน ซึ่งครูคิดว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข

3) ใช้กระบวนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการกำหนดปัญหาการวิจัยอย่างชัดเจน และดำเนินการตามขั้นตอนตามระเบียบวิธีการวิจัย มีการหาคุณภาพของเครื่องมือ และสามารถพิสูจน์ได้ทุกขั้นตอนการวิจัย

4) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการสุ่ม (Sampling) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มผู้เรียนที่ครูต้องการพัฒนาศักยภาพ เช่น อาจจะเป็นผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ของรายวิชา และครูต้องการพัฒนาศักยภาพให้สูงขึ้นก็ได้ ดังนั้นแล้วการเลือกกลุ่มตัวอย่างอาจใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงก็ได้ (Purposive Sampling)

สุวิมล ว่องวาณิช (2548, น. 22) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า เป็นการวิจัยที่ต้องมีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง มีกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม และมีเป้าหมายเพื่อหาวิธีการที่ใช้ได้ผลกับผู้เรียน และช่วยค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการทําวิจัยโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตน โดยมีจุดมุ่งหมายสูงสุดเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

2.1.4 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการมุ่งหาคำตอบหรือข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และปรับปรุงการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน ด้วยการใช่วงจรแนวคิดวงจรการปฏิบัติการ ต้องมีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่องตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน พิณนทร์ คงคาเพชร, 2552, น. 13) และมีการปรับแก้ไขจาก นุสบา หเมกุล (2559) มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ตลอดจนนำมาปรับปรุงแผน เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไป จนกว่าจะได้รูปแบบที่เป็นที่พึงพอใจ วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ เรียกแบบย่อ คือ วงจร PAOR ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

เริ่มด้วยการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันเกี่ยวกับปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน และสภาพการจัดกระบวนการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร โดยสำรวจปัญหาที่ต้องการให้มีการแก้ไขร่วมกันระหว่างครู นักเรียน ผู้ปกครอง ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญ ปัญหาใดเป็นปัญหาเร่งด่วน หรือมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุดที่จำเป็นต้องแก้ไขหรือพัฒนาให้ผู้เรียนดีกว่าที่เป็นอยู่ ตลอดจนแยกแยะรายละเอียดของปัญหาเกี่ยวกับลักษณะปัญหา ว่าเป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับใคร มีแนวทางแก้ไขอย่างไร และต้องปฏิบัติอย่างไร เป็นต้น หลังจากนั้นจึงพิจารณาคัดเลือกปัญหาที่จำเป็นเร่งด่วนที่ต้องแก้ไขพร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อนำไปสู่การค้นหาวัตถกรรมหรือวิธีการในการแก้ปัญหา จากนั้นศึกษาทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา เมื่อได้ปัญหาวิสัยแล้วก่อนที่จะตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้แก้ปัญหา ควรศึกษาทฤษฎี แนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับปัญหาวิสัย ซึ่งผู้วิจัยสามารถศึกษาจากเอกสาร งานวิจัยบทความหรือการสอบถามผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ จากนั้นเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นหลังจากที่ครูวิเคราะห์ปัญหา คัดเลือกปัญหาที่จำเป็นเร่งด่วนที่ต้องแก้ไขรวมทั้งวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การค้นหาวัตถกรรมมาใช้แก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุ

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Act)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้ขั้นตอนหรือวิธีการที่เลือกไว้ เป็นการนำสิ่งที่ได้มีการกำหนดวางแผนเอาไว้มาดำเนินการปฏิบัติ โดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกัน และมีการรับฟังข้อมูลหรือสิ่งต่าง ๆ จากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อจะได้นำมาเป็นข้อมูลทำการแก้ไขปรับปรุงแผน ในขั้นตอนนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงปรับเปลี่ยนปฏิบัติการใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observe)

ขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ ต้องมีอุปสรรคปรากฏขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตควบคุมกันไปด้วย และต้องเปิดใจรับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง พร้อมทั้งจดบันทึกสิ่งที่ได้จากสังเกตอาจเกิดสิ่งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง ซึ่ง

อาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจ อีกทั้งการสังเกตรวมไปถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ทั้งการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือ เช่น แบบทดสอบ แล้วมีการวัดผลออกมาในเชิง ตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถาม เป็นต้น โดยขณะที่ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนควบคู่กับการสังเกตผลการปฏิบัตินั้น ควรเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมเข้ามาช่วยในการ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย ซึ่งมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

1) การจดบันทึก ผู้วิจัยใช้การจดบันทึกเพื่อบรรยายสถานการณ์เชิงรูปธรรม ข้อมูล หรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็น เพื่อให้เห็นสภาพของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนั้น

2) การบันทึกสนาม (Field note) เป็นการจดบันทึกเหมือนการใช้ระเบียบสะสม แต่ การบันทึกภาคสนาม จะเป็นการบันทึกตามสภาพที่เห็นจริง โดยไม่ใช่ข้อคิดเห็นหรืออคติส่วนตัว ไม่ใช้การแปลความ

3) การบันทึกบรรยายพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เป็นการจดบันทึกที่ พยายามทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่กำลังเป็นอยู่ และมีสิ่งใดหรือ เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นมาบ้าง เช่น ขณะที่ครูบรรยายอยู่ในชั้นเรียน มีนักเรียน 3 คน หัวเราะออกมา และพูดคุยกันส่งเสียงดัง เป็นต้น

4) การวิเคราะห์เอกสารและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น คู่มือ หนังสือ สมุด เตรียมการสอน สมุดจดงาน และสมุดแบบฝึกหัดของนักเรียน บันทึกผลการเรียน รายงานประจำปี ของโรงเรียน เอกสารแสดง กฎ ระเบียบ หรือนโยบายของโรงเรียน เป็นต้น

5) การบันทึกอนุทิน เป็นการจดบันทึกส่วนบุคคลที่ระบุถึงหัวข้อเรื่องราวที่ตนเอง สนใจ อันเกี่ยวข้องกับสภาพในการเรียนการสอน นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนให้มีการแสดง ความรู้สึกหรือข้อคิดเห็นในแง่มุมมองของตนเอง โดยการเขียนลงอนุทิน

6) การใช้ข้อมูลจากแฟ้มรายงาน (Portfolio) เช่น รายงานวาระการประชุมของ โรงเรียนหรือของหมวดวิชา ข่าวที่เกี่ยวกับปัญหาที่ดำเนินการวิจัยอยู่ บทความหรือการวิเคราะห์ ปัญหาทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกัน

7) การสัมภาษณ์ จะทำให้ได้คำถามที่ยืดหยุ่นกว่าการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ดำเนินการได้ 3 ลักษณะ คือแบบไม่วางแผน เป็นการสนทนาแบบไม่เป็นทางการ แบบวางแผนไม่มีโครงสร้าง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สนทนาเลือกหัวข้อที่สนใจ ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามอื่น ๆ ประกอบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจน เข้าประเด็น และแบบสุดท้ายคือแบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่เป็นไปตามชุดคำถามที่เตรียมไว้ล่วงหน้า

8) การใช้แบบสอบถาม เพื่อศึกษาข้อมูลความคิดเห็นแบบปลายเปิด หรือใช้แบบปลายเปิดที่มีตัวเลือกให้ตอบ จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดครบถ้วน โดยผู้วิจัยต้องกำหนดหัวข้อเรื่องที่จะถามให้รัดกุมและครอบคลุม

9) การใช้สังคมมิติ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสังคมในกลุ่มนักเรียน โดยใช้คำถามว่า เขาชอบที่จะทำงานหรือไม่ทำงานกับใคร เขาชอบที่จะสังสรรค์หรือไม่ สังสรรค์กับใคร แล้วนำชื่อที่ระบุไว้มาโยงหาความสัมพันธ์ว่าใครเป็นที่นิยมของกลุ่ม หรือใครถูกกลุ่มเพิกเฉย

10) การใช้เครื่องบันทึกเสียง เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียดลึกซึ้ง

11) การใช้วีดิทัศน์ บันทึกเพื่อให้เห็นกิจกรรมทั้งชั้นเรียน ซึ่งมีประโยชน์มากในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในภายหลัง

12) การใช้แบบทดสอบ เพื่อวัดผลการเรียนรู้ วัดจุดเด่นจุดด้อยในเนื้อหาวิชาของผู้เรียน เป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านความสามารถทางสมองของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนกลับ (Reflect)

ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปการปฏิบัติการทั้งหมด เพื่อตรวจสอบ ประเมินผลการปฏิบัติด้วยการอภิปรายปัญหา หรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ เพื่อหาแนวทางพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการ ปรับปรุงแผนปฏิบัติและวางแผนการปฏิบัติต่อไป แผนการดำเนินการในระยะต่อไป จะทำการปรับปรุงโดยอาศัยข้อมูลจากการดำเนินการที่กล่าวมา ซึ่งลักษณะของการดำเนินการตามแผนจะดำเนินการไปเรื่อย ๆ ในลักษณะหมุนเกลียวจะลึกลงไปทุกทีคล้ายกับการทำงานของเกลียว

ส่วนโดยมีการควบคุมให้ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และมีการประเมินวางแผนใหม่อย่างต่อเนื่องจนกว่าผลการปฏิบัติจะเป็นที่น่าพอใจ

2.2 คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation)

2.2.1 ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ณัฐกฤษ ทองน้อย (2560, น. 18) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมาย หรือการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำตอบของคำถาม หรือผลของการศึกษา ปรากฏการณ์นั้นต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบ ของคำถาม หรือผลของการศึกษากับหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต ทดลอง หรือจากการ สืบค้นข้อมูล

อรยา แจ่มใจ (2557) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อความที่ใช้ในการกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล จากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าและลงข้อสรุป

สันติชัย อนุวรชัย (2557) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความหมาย อธิบายหรือการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะบ่งชี้ คือ ต้องเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง สะท้อนผลจากการสังเกต การทดลอง และเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

สุริรัตน์ จุ้ยกระยาง (2553) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การกำหนดความหมายโดยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ที่ผ่านกระบวนการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และนำคำอธิบายไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการ ให้เหตุผล เพื่อสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับ

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำข้อความที่สร้างได้ไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามในปัญหาต่าง ๆ ได้

2.2.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถาม หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา หลักฐาน (Evidence) คือ กฎ ทฤษฎี หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น และการให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่ใช้เพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง (สันติชัย อนุวัชรชัย, 2557; McNeill & Krajcik, 2008) และตัวอย่างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยแยกแต่ละองค์ประกอบ

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ลักษณะ	ตัวอย่าง
ข้อกล่าวอ้าง	เป็นคำตอบของคำถามหรือข้อสรุปของปรากฏการณ์ที่ศึกษา	หากดับไม่ทำงานจะส่งผลกระทบต่อการช่อยไขมัน
หลักฐาน	กฎ ทฤษฎี หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	หน้าที่ของน้ำดีที่สร้างจากตับในการช่อยไขมัน
การให้เหตุผล	ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง	กลไกการทำงานของน้ำดีต่อการช่อยไขมัน

ที่มา: ัญญกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 10

นอกจากนี้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นต้องม้องค์ประกอบครบทั้ง 3 ส่วน เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบนั้นมีความสัมพันธ์กัน โดยเริ่มจากการสร้างข้อกล่าวอ้างขึ้นมา แล้วให้

เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งในการให้เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้างนั้น จำเป็นต้องมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นแสดงได้ดังภาพที่ 2 นอกจากนี้ในการสร้างเกณฑ์ในการ ประเมินความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นก็จำเป็นต้องมีการประเมิน



ครบทั้ง 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เช่นกัน (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560)

รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 19

2.2.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูหรือผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ในการสอน และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อสอบในการวัดประเมินความรู้ของผู้เรียน เนื่องจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสะท้อนถึงการประมวลความรู้ การประยุกต์ความรู้ และการสื่อสารความรู้ของนักเรียน โดยรูปแบบของข้อความในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการกล่าวอ้างหรือการลงข้อสรุป ซึ่งจะมีการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ประกอบการกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้น จากนั้นต้องมีการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยการให้เหตุผล ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน และมีความถูกต้องเหมาะสม (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560; สันติชัย อนุวรชัย, 2557)

แนวทางสำคัญที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนทดลอง ค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ภาระงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำนั้นต้องเป็นการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หรืออาจจัดเป็นขั้นตอนตามรูปแบบการสอนที่นักการศึกษา นำเสนอ ดังนั้นจุดเน้นของการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงอยู่ที่การออกแบบภาระงานให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557) โดยได้มีการเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (McNeill & Krajcik, 2008 อ้างถึงใน ญัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 20-22) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การพิจารณา และการจัดมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาให้เป็นส่วนๆ (Identify and unpack the content standard) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ และระบุแนวคิดหลักที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ โดยต้องระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

2) คัดเลือกการปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Unpack the scientific inquiry practice) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนมีการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสืบค้นข้อมูล การทดลอง และลงข้อสรุป เป็นต้น

3) การกำหนดสมรรถนะในการเรียนรู้ (Create learning performance) เป็นการกำหนดภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนได้ปฏิบัติหลังการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

4) การสร้างภาระงานที่ต้องการประเมิน (Write the assessment task) เป็นการออกแบบคำถาม หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

5) ทบทวนภาระงานที่ต้องการประเมิน (Review the assessment task) ทบทวนสถานการณ์ หรือข้อคำถามที่กำหนด โดยต้องคำนึงถึงด้านของความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งได้มีการนำเสนอการใช้คำถามที่ปรับมาจากกรอบแนวคิดในการประเมินของโครงการ 2061 (Project 2061's Assessment Framework) (McNeill & Krajcik, 2008) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ ในการพิจารณา ได้แก่ (1) ความรู้ที่จำเป็น

ต่อการทำภาระงานนี้ถูกต้องหรือไม่ (2) ความรู้เพียงพอต่อการทำภาระงานนี้หรือไม่ หรือมีความรู้
อื่น ๆ ที่จำเป็นกับการทำงานนี้อีกหรือไม่ และ (3) ภาระงานที่ต้องการประเมินและเนื้อหา นั้น มีความ
เป็นไปได้ที่นักเรียนจะทำความเข้าใจได้หรือไม่

6) พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ (Develop specific rubric) เป็นการใช้
พื้นฐานในการสร้างเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วปรับให้เหมาะสม
หรือจำเพาะเจาะจงต่อภาระงาน หรือเครื่องมือที่ผู้สอนได้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สามารถนำกิจกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี
การโต้แย้ง การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ EIMA ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 4 ขั้น
ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate) ขั้นสร้างแบบจำลองเพื่อ
สร้างคำอธิบาย (Model) และขั้นประยุกต์ความรู้ (Apply) และผู้สอนยังสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลอง DCI ซึ่งเป็นการประยุกต์กิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม ได้แก่ การเขียนคำอธิบาย
(Descriptive explanation) การสร้างผังมโนทัศน์ (Concept mapping) และ การวิเคราะห์คำอธิบาย
(Interpretative explanation) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ช่วยในการการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งสิ้น (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 22)

2.2.4 เครื่องมือในการวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าเครื่องมือที่ใช้
ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ โดยทั่วไปใน
การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนิยมใช้เครื่องมือหลายชนิดร่วมกัน
เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ครบถ้วน และใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุป
ลักษณะของเครื่องมือในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้
(ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 22)

สันติชัย อนุวรชัย (2557) กล่าวว่าเครื่องมือในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบประเมินพฤติกรรมที่แสดงถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การระบุข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นต้น

2) แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบความเรียง เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) แบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินผลของการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4) แบบทดสอบความมีเหตุผล เป็นการทดสอบด้วยสถานการณ์ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ความมีเหตุผล

5) แบบสังเกตพฤติกรรมความมีเหตุผล มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ความมีเหตุผล

พจิณลักษณ์ ขวัญใจ และวัชรารัตน์ แก้วดี (2555) กล่าวว่าเครื่องมือในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากพฤติกรรมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2) แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และให้คะแนนแบบแยกส่วนตามแบบประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

อรยา แจ่มใจ (2557) กล่าวว่าเครื่องมือในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นความเรียง

2) ใบกิจกรรมของนักเรียน ใช้เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้

3) แบบสัมภาษณ์ โดยการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละความสามารถครั้งละ 5 คน หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้

4) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ใช้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ทำการบันทึกทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้

2.2.5 การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นต้องมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อเป็นกรอบในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 26) ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นมีแนวทางที่หลากหลาย โดย Gilbert, Boulter, and Rutherford (1998) ได้มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างกว้าง ๆ ในการประเมินความเหมาะสมของการสร้างคำอธิบาย ดังนี้

1) ความมีเหตุผล น่าเชื่อถือ (Plausibility) คือ ความเป็นไปได้ที่จะใช้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นในการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

2) ความประหยัด (Parsimony) คือ การที่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นมีการใช้จำนวนของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่น้อยกว่า ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความครอบคลุมมากกว่า

3) ความสามารถอ้างอิง (Generalizability) คือ การที่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับบริบทอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง

4) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อื่น (Fruitfulness) คือ คำอธิบายที่สร้างขึ้นสามารถสนับสนุนการคาดการณ์ได้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการคาดการณ์ที่ได้รับการยืนยันจากผลการทดลอง

นอกจากนี้ McNeill and Krajcik (2008) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยได้ระบุเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มีการแบ่งเป็นคะแนน 3 ระดับ และมีการให้คะแนนแยกในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีการระบุพฤติกรรมบ่งชี้ของคะแนนในระดับต่าง ๆ ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งได้รับการปรับปรุงจากงานวิจัยของ ณัฐกฤษ ทองน้อย (2560, น. 28)



ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่กระชับและไม่ชัดเจน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและเหมาะสม	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่ระบุ หรือระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง
การให้เหตุผล	เขียนข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและครบถ้วน	เขียนข้อความหรือแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่เขียน หรือเขียนข้อความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน

ที่มา: ฌัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 29

ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้เลือกใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามรูปแบบการประเมินของ McNeill and Krajcik (2008) และที่ได้รับการปรับปรุงจากงานวิจัยของ ฌัฐกฤษ ทองน้อย (2560, น.29) เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีการระบุเกณฑ์สำหรับการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ และมีการระบุพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละระดับคะแนนได้อย่างชัดเจน

2.3 วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning)

2.3.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

คุณตรี เพ็ชรทวีพรเดช (2550) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตัวเองโดยการตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผล และสรุป ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนคอยตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหา นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชุมพร ลือราช (2554, น. 25) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางความคิด ให้นักเรียนประสบการณ์โดยตรงในการเรียนรู้และสร้างความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

ดังนั้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ เพื่อการออกแบบการทดลอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลมาสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้อำนวยการความสะดวกเพื่อให้เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการทำกิจกรรมของนักเรียน

2.3.2 องค์ประกอบที่สำคัญในการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546, น. 219-220) ได้นำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย โดยนำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่ยึดตามแนวทางของนักการศึกษาจาก Biological Science Curriculum Study (BSCS) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรารู้กับประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนของนักเรียนเรียกวิธีการสอนนี้ว่า Inquiry cycle (5E) หรือ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) โดยยังคงได้รับความนิยมจากครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมาจนปัจจุบัน แต่ Inquiry cycle (5E) นั้นเป็นเพียงหนึ่งในวิธีการสอน แต่ไม่ใช่หัวใจสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สิ่งสำคัญคือการที่ครูผู้สอนสามารถนำลักษณะสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นขั้นที่นำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้อแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัย แปลกใจ

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration)

เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมีกรอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

4) การขยายความรู้ (Elaboration)

4.1) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2) เป็นขั้นที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5) การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน หรือเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

2.4 แผนผังแนวความคิดรูปตัววี (Vee Diagram)

2.4.1 ประวัติและความเป็นมาของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

แผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นแนวคิดของ Gowin เป็นแผนผังแนวความคิดเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีทำให้เกิดความรู้โดยพัฒนามาจากการใช้คำถาม 5 ข้อ (Novak & Gowin, 1985 อ้างถึงใน ชุมพล ชารีแสน, 2555)

- 1) สิ่งที่ต้องการถามคืออะไร (What is the “telling question”?)
- 2) มโนคติหลักคืออะไร (What are the key concepts?)
- 3) วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้มีอะไรบ้าง (What methods of inquiry?)
- 4) ข้อความสำคัญมีอะไรบ้าง (What are the major knowledge claims?)
- 5) คุณค่าของความรู้คืออะไร (What are the value claims?)

แผนผังแนวความคิดรูปตัววีถูกนำไปใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1977 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของครูและนักเรียนระดับวิทยาลัย และมหาวิทยาลัย ในปี ค.ศ. 1978 มโนติริรูปตัววีได้ถูกนำมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กระทั่งถูกนำไปใช้แพร่หลายทั้งในระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากแผนผังแนวความคิดรูปตัววีช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และวิธีการที่ทำให้เกิดความรู้ รวมทั้งเข้าใจความหมายของปฏิบัติการโดยการใช้คำถาม ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นความคิดของนักเรียนให้แสดงออกมาได้เป็นอย่างดี ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดความรู้ใน ตัวของมนุษย์ด้วย

2.4.2 ความหมายของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

ชุมพล ชารีแสน (2555) ได้ให้ความหมายของแผนผังแนวความคิดรูปตัววีไว้ว่า เป็นแผนผังแนวความคิดที่แสดงให้เห็นธรรมชาติของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และผลผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการและกระบวนการทางความคิด ทำให้

ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวิธีการศึกษาและธรรมชาติของความรู้ ที่ประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้และผลิตผลของความรู้

ทิสนา เขมมณี (2557) ได้ให้ความหมายของแผนผังแนวความคิดรูปตัววีไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาธรรมชาติและเป็นการผลิตความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นแบบแผนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการ ความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมในชั้นเรียนกับเนื้อหาในบทเรียน

มงคล เสนามนตรี (2542) ได้ให้ความหมายของแผนผังรูปตัววีไว้ว่า เป็นรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเข้าใจธรรมชาติของความรู้และเข้าใจวิธีการศึกษาถึงธรรมชาติของความรู้และผลิตผลของความรู้

มนทัย ชาญธัญกรรม (2554) ได้ให้ความหมายของแผนผังแนวความคิดรูปตัววีไว้ว่า เป็นแผนผังแนวความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างด้านความคิดและด้านวิธีการ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ที่ต้องการ อันทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จดจำได้ดี

Novak and Gowin (1985 อ้างถึงในชุมพล ชารีแสน, 2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้แก่นการเรียนรู้ได้เรียนรู้ถึงโครงสร้างความรู้และกระบวนการที่สร้างมาจากความรู้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แผนผังแนวความคิดรูปตัววี หมายถึง แผนผังที่แสดงแนวความคิดที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดและวิธีการ โดยจะมีลำดับขั้นตอนในการลำดับความคิดหรือขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้ให้เหมาะสมกับบริบทนั้น ๆ เพื่อนำมาสู่คำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสม

2.4.3 โครงสร้างของแผนผังแนวความคิดรูปตัววี

Novak and Gowin (1985 อ้างถึงใน ทิศนา ขมมณี, 2557) ได้เสนอแผนผังแนวความคิดรูปตัววีซึ่งมีลักษณะ ดังนี้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี ของโกวิน

ที่มา: Novak & Gowin, 1984 อ้างถึงใน ทิศนา ขมมณี, 2557, น. 398

รายละเอียดองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววี เป็นดังนี้ (Novak, 1980 อ้างถึงใน มนทัย ชาญญกรรม, 2554)

- 1) คำถามสำคัญ (Focus Question) การตั้งคำถามสำคัญนั้นจะต้องคำนึงถึงมโนคติหรือหลักการเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ คำถามสำคัญที่ค่านั้นจะต้องบ่งชี้ให้

ทราบถึงวิธีการที่จะศึกษาเหตุการณ์ และลักษณะของการบันทึกข้อมูล นอกจากนี้คำถามสำคัญจะบ่งบอกให้ทราบถึงความแตกต่างของความรู้ที่ได้มา ดังนั้นคำถามสำคัญควรมีลักษณะดังนี้

1.1) เป็นตัวกำหนดชี้แนะมโนคติ หลักการ ทฤษฎี เหตุการณ์ ที่ใช้ในกระบวนการสืบเสาะเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

1.2) ชนิดของคำถามสำคัญที่แตกต่างกัน ได้แก่ คำถามสำคัญที่ถามโดยใช้คำว่า อะไร อย่างไร หรือทำไม จะทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างซึ่งจะนำไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ

2) วัตถุ (Objects) คือ วัตถุสิ่งของที่เราต้องการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมา ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการจะตรวจสอบ

3) เหตุการณ์ (Events) คือ สิ่งที่ต้องการศึกษาในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องทำการจดบันทึก เหตุการณ์ที่ทำให้การศึกษานี้จะต้องสามารถตรวจสอบได้ในครั้งต่อ ๆ ไป

4) มโนคติ (Concepts) คือ ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วนำคุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปในการเรียนรู้ข้อเท็จจริงการสรุปรวม หรือหลักการเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน และยังสามารถระลึกได้ว่า เรื่องนั้นมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง สามารถแยกแยะได้อย่างชัดเจน ซึ่งรวมทั้งมโนคติเดิมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังจะเรียนและมโนคติใหม่ที่ผู้เรียนได้จากเนื้อหาดังกล่าว

5) หลักการ (Principle) เป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติที่ใช้เป็นความรู้หลักทั่วไป หลักการจะต้องเป็นความจริงที่ใช้อ้างอิงได้ สามารถนำมาทดลองซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิม หลักการประกอบด้วยหลักการด้านวิธีการจะเป็นสิ่งที่ชี้แนะแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้และหลักการที่เกิดจากข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

6) ทฤษฎี (Theory) คือ ข้อความที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบาย หรือคาดคะเนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมโนคติ เหตุการณ์ และข้อความรู้ ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

แต่ไม่สามารถอธิบายถึงตัวทฤษฎีเองได้ ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างหลักการและมโนคติของทฤษฎีนั้น ๆ

7) การบันทึกข้อมูล (Records) เป็นการบันทึกเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของที่ได้จากการรับรู้ของประสาทสัมผัส การบันทึกอาจอยู่ในรูปแบบของการเขียนเป็นหลักฐานภาพถ่ายหรือเทปบันทึก

8) การจัดกระทำข้อมูล (Transformation) เป็นการนำผลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลมาจัดกระทำใหม่เพื่อให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่ายขึ้น ลักษณะของการจัดกระทำข้อมูลบ่งบอกประเภทของข้อความรู้ที่ได้ ซึ่งต้องอาศัยการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลที่รับรู้หลาย ๆ อย่างที่เหมาะสม เช่น การคำนวณ เป็นต้น

9) ข้อความรู้ (Knowledge Claims) เป็นข้อความรู้ที่เกิดจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะต้องอาศัยกระบวนการต่าง ๆ คือ การตั้งคำถาม มโนคติ หลักการ เหตุการณ์การบันทึกข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

2.5 เนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration)

2.5.1 การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ (Aerobic Respiration)

ไกลโคไลซิส (Glycolysis)

เซลล์จะเกิดกระบวนการการสลายกลูโคสที่ไซโทซอลเป็นบริเวณแรกเป็นกระบวนการสังเคราะห์โมเลกุล ATP กับ NADH จากโมเลกุลของกลูโคสแล้วหนึ่งโมเลกุลของกลูโคสเมื่อผ่านกระบวนการไกลโคไลซิสแล้วได้ 2 โมเลกุลของ ATP, NADH และ กรดไพรูวิก (pyruvic acid) เป็นการย่อยสลายโมเลกุลของกลูโคส (คาร์บอน 6 ตัว) ไปเป็นกรดไพรูวิก (คาร์บอน 3 ตัว)

การเกิดกระบวนการไกลโคไลซิส

น้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุล จะถูกสลายไปเป็นกลูโคส 6 ฟอสเฟต (glucose 6-phosphate) จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นฟรักโทส 6 ฟอสเฟต (fructose 6-phosphate) ในขั้นนี้จะมีการใช้ ATP 2 โมเลกุล มาเติมหมู่ฟอสเฟต (P) ให้กับน้ำตาลกลูโคส ได้เป็นน้ำตาล fructose 1,6-bisphosphate ต่อมา น้ำตาล fructose 1,6-bisphosphate ถูกเปลี่ยนไปเป็น glyceraldehyde-3-phosphate (G3P) และ dihydroxy acetate phosphate (DHAP) ซึ่งสารตัวนี้ไม่เสถียรจะถูกเปลี่ยนเป็น G3P ทำให้ได้ G3P สุทธิ 2 โมเลกุล ต่อมา G3P 2 โมเลกุล จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นตอนจนได้เป็นกรดไพรูวิก (pyruvic acid) หรือไพรูเวต (pyruvate) 2 โมเลกุล ซึ่งในขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีการสร้าง ATP ทั้งหมด 4 โมเลกุล และมีการสูญเสียอิเล็กตรอนทั้งหมด 4 อิเล็กตรอน โดยมี NAD^+ ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนเก็บไว้ในรูป NADH เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transport chain) ต่อไป

บริเวณที่พบกระบวนการ

บริเวณ Cytoplasm หรือ Cytosol

สมการรวมย่อในปฏิกิริยาไกลโคไลซิส



การสร้างแอสिटิลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ (acetyl coenzyme A synthesis and Krebs cycle)

กรดไพรูวิกที่เกิดจากไกลโคไลซิสจะเข้าสู่เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรียและทำปฏิกิริยากับโคเอนไซม์เอ (coenzyme A: CoA) ได้เป็นแอสिटิลโคเอนไซม์เอ ปฏิกิริยานี้จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมีการสร้าง NADH เกิดขึ้น

จากนั้นจะเกิดการสลายสารประกอบคาร์บอนต่าง ๆ อีกหลายขั้นตอนเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นวัฏจักรเรียกว่า วัฏจักรเครบส์โดยเริ่มต้นจากแอสिटิลโคเอนไซม์เอ ซึ่งมีคาร์บอน 2 อะตอมจากกลูโคส รวมกับออกซาโลแอสिटิก (oxaloacetic acid) ซึ่งมีคาร์บอน 4 อะตอมได้เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 6 อะตอม คือ กรดซิตริก (citric acid) และกรดซิตริกที่เกิดขึ้นจะถูกเปลี่ยนแปลงไปอีก

หลายขั้นตอนเป็นวัฏจักรจนได้กรดออกซาโลแอซิดกลับมาตามเดิม ซึ่งสามารถรวมตัวกับแอซิติลโคเอนไซม์เอได้อีก ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในวัฏจักรเครบส์ จะได้คาร์บอนไดออกไซด์ และสารพลังงานสูงต่าง ๆ คือ NADH และ FADH₂

การถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transport chain)

กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเป็นกระบวนการที่มีการส่งอิเล็กตรอนระหว่างตัวให้อิเล็กตรอนซึ่งได้แก่ NADH และ FADH₂ กับตัวรับอิเล็กตรอนโดยมีตัวรับอิเล็กตรอนเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย ขณะที่เกิดการรับและส่งอิเล็กตรอน ผ่านไปตามตัวนำต่าง ๆ นั้น จะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาทีละน้อย ในแต่ละช่วงของการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน และได้น้ำเป็นผลิตภัณฑ์ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาขณะที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้นจะนำมาเป็นพลังงานในการเคลื่อนย้าย H⁺ จากเมทริกซ์ของไมโทคอนเดรียมายังช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มชั้นใน และเยื่อหุ้มชั้นนอกของไมโทคอนเดรีย ดังนั้นพลังงานที่เคยอยู่ในโมเลกุลของ NADH และ FADH₂ จึงเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างผิวสองด้านของเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย จากนั้นจึงเกิดการสร้างสารประกอบ ATP จากพลังงานศักย์ไฟฟ้างี้ดกล่าวโดยเอนไซม์ ATP synthase ดังภาพที่ 5-27 พลังงานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของ NADH 1 โมเลกุลจะนำมาสร้าง ATP ได้ 3 โมเลกุล ส่วนพลังงานที่ได้จากการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ของ FADH₂ 1 โมเลกุลจะนำมาสร้าง ATP ได้ 2 โมเลกุล

ถ้าการสลายสารอาหารเกิดขึ้นที่กล้ามเนื้อหัวใจ ไต หรือตับ พบว่า NADH จากไกลโคไลซิสซึ่งเกิดขึ้นในไซโทซอลจะถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับ NAD⁺ ในไมโทคอนเดรีย ได้เป็น NADH ในไมโทคอนเดรียและเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่อไป ดังนั้น ATP ที่ได้จากกระบวนการนี้จึงเท่ากับ 6 โมเลกุล แต่ถ้าเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจหรือเซลล์สมอง เซลล์อื่นๆ NADH ในไซโทซอลจะถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับ FAD ในไมโทคอนเดรียแล้ว FADH₂ จึงเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ATP ที่ได้จากกระบวนการนี้จึงเท่ากับ 4 โมเลกุล พลังงานที่ได้จากการเปลี่ยน NADH และ FADH₂ ทั้งหมดในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของเซลล์บางชนิด เช่น เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจหรือเซลล์สมองจะได้ ATP 32 โมเลกุล เมื่อรวมกับ ATP ที่สร้างขึ้นจากกระบวนการไกลโคไลซิส 2 โมเลกุลและวัฏจักรเครบส์อีก 2 โมเลกุล ดังนั้นกลูโคส 1 โมเลกุลเมื่อ

สลายแล้วจะได้ ATP 36 โมเลกุล แต่ถ้าเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ ใด หรือเซลล์ตับจะได้ ATP จากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน 34 โมเลกุล เมื่อรวมกับ ATP จากกระบวนการไกลโคไลซิส 2 โมเลกุล และวัฏจักรเครบส์อีก 2 โมเลกุล ก็จะได้ ATP ถึง 38 โมเลกุล นักเรียนจะเห็นว่าการสลายโมเลกุลของกลูโคสได้ผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ ATP

2.5.2 การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ (Anaerobic Respiration)

กระบวนการหมัก (fermentation)

การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ (Anaerobic Respiration) มีกลไกการเกิดได้ 2 แบบ คือ

1) การหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

alcoholic fermentation พบในแบคทีเรียและยีสต์ ในกระบวนการนี้กรดไพรูวิกที่ได้จากกระบวนการไกลโคไลซิสจะถูกเปลี่ยนเป็นอะซีทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากนั้น acetaldehyde ถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)

2) การหมักกรดแลคติก (Lactic acid fermentation)

พบในแบคทีเรียบางชนิด ในคนพบในเซลล์กล้ามเนื้อในสภาพที่ขาดออกซิเจนหรือมีปริมาณออกซิเจนน้อย เช่นทำงานหนักหรือออกกำลังกาย กรดไพรูวิกจะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เกิดเป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ดังภาพกระบวนการหมักแลคติก

การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิเล็กตรอนไม่ได้ผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ดังนั้นพลังงาน ATP ที่ได้จึงเกิดน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน พลังงาน ATP ที่เกิดขึ้นจะได้มาจากขั้นตอนไกลโคไลซิส 2 ATP ส่วนกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังตับ เพื่อสังเคราะห์กลับเป็นน้ำตาลกลูโคสซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2561) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบกรณีศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ของนักเรียนเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับสูง (High gain) เพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับต่ำ (Low gain) ลดลง และ 2) เจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับสูงมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.26)

ณัฐกฤษ ทองน้อย (2560) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.00 เป็นร้อยละ 61.50 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้น้อยสุด คือ หลักฐาน

ภัทราวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะฐนันท์, และจินตนา กล่าวเทศ (2560, น. 27-40) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากตอนก่อนเรียน

นุสบา เหมกุล (2559) ได้ศึกษาศึกษาผลการเรียนรู้ แนวทางในการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสลายสารอาหาร

ระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา พบว่า 1) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ สูงขึ้นหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีคะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.78 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “สูง” 2) แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ร่วมด้วย เช่น กระบวนการกลุ่ม การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร สื่อวิทัศน์ที่เหมาะสม มีการทบทวนเนื้อหา เสริมภาษาอังกฤษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และ 3) นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับ “สูง” โดยค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินเจตคติเท่ากับ 3.41

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Peker and Wallace (2009) ได้ศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 10 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการ (Biology laboratories) จำนวน 16 คน ประกอบด้วยเรื่องออสโมซิส พันธุศาสตร์ ฟังไจ และปากใบ พบว่านักเรียนใช้ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการมาใช้ในการสร้างคำอธิบาย โดยเขียนในลักษณะการบรรยายกระบวนการปฏิบัติการ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่เขียนคำอธิบายโดยใช้พื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ และไม่ให้เหตุผลแบบนิรนัยในการอธิบาย

Sandoval and Millwood (2005) ได้ศึกษาโครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การคัดเลือกโดยธรรมชาติ ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบเสาะร่วมกับโปรแกรม Explanation constructor พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยคุณภาพโน้ตส์ของคำอธิบาย เรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และเรื่องสาเหตุการดื้อยารักษาวัณโรคของแบคทีเรีย มีค่า 6.83 และ 6.90 ตามลำดับจาก 12 คะแนน 2) ค่าเฉลี่ยความเพียงพอของมโนทัศน์ในคำอธิบาย เรื่องนกฟินช์ในเกาะกาลาปากอส และเรื่องสาเหตุการดื้อยารักษาวัณโรคของแบคทีเรีย มีค่า 1.61 และ 1.96 ตามลำดับจาก 12 คะแนน ซึ่งมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .001 3) มีการแสดงหลักฐานในคำอธิบายแต่ขาดการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง

Novack, Gowin, and Johansen (1984 อ้างถึงใน มนหทัย ชาญธัญกรรม, 2554) ได้ทำการศึกษา เรื่องการใช้ผังมโนทัศน์และมโนมดรูปตัววี กับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์และมโนมดรูปตัววีของนักเรียนเกรด 7 และ 8 พบว่านักเรียนเกรด 7 และ 8 ใช้ผังมโนทัศน์และมโนมดรูปตัววี ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นั้นนักเรียนเกรด 7 สามารถใช้ได้ดีกว่าและนักเรียนเกรด 8

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามวงจร Plan-Act-Observe-Reflect เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 45 คน โดยผู้วิจัยนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

3.1 บริบทของโรงเรียน

3.2 สภาพห้องเรียน

3.3 กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

3.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5 รูปแบบการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 รูปแบบการวิจัย

3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

3.6.2.1 การใช้สถิติพื้นฐาน

3.6.2.2 วิเคราะห์หาผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี เป็นโรงเรียนที่มีต้นไม้เยอะ ร่มรื่น มีเด็กประมาณ 2,300 คน โดยจำนวนห้องเรียนแบ่งเป็นมัธยมศึกษาตอนต้นระดับชั้นละ 10 ห้องและมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นละ 8 ห้องแบ่งออกเป็น ห้องที่ 1 และ 2 เป็นแผนการเรียนวิทย์ ห้องที่ 3 4 และ 5 เป็นแผนการเรียนศิลป์ ห้อง 6 เป็นห้อง gifted ห้องที่ 7 และ 8 เป็นห้องโปรแกรมภาษาอังกฤษ

3.2 สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เป็นห้องเรียนประจำของนักเรียนที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการวิจัย สภาพห้องเรียนเป็นห้องเรียนที่มีแอร์และพัดลม เมื่อเทียบกับจำนวนนักเรียนถือว่าไม่แน่นจนเกินไป เป็นห้องเรียนที่โปร่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีโปรเจกเตอร์สำหรับเปิดสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ มีกระดานสเมิร์ทบอร์ดเพื่อความสะดวกและทันสมัยยิ่งขึ้นในการจัดการเรียนการสอน

3.3 กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

3.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 126 คน

3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

จำนวนนักเรียน 45 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

3.4.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่องการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(3) แบบบันทึกภาคสนามของครู

3.4.2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.2.1 การสร้างและตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) โกลโคไลซิส	จำนวน 2 คาบเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์	จำนวน 3 คาบเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน	จำนวน 2 คาบเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4) กระบวนการหมัก	จำนวน 2 คาบเรียน

โดยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งหมด 9 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาชีววิทยา มีดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

(2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(3) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดโครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาและจำนวนคาบเรียน

(4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ซึ่งรายละเอียดในแต่ละแผน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน > ขั้นสำรวจและค้นหา > ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป > ขั้นขยายความรู้ > ขั้นประเมินผล ซึ่งในแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

(4.1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นขั้นที่ครูเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยในสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น ผ่านการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างคำถามหรือประเด็นที่สนใจ

(4.2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมจริง โดยมีการมอบหมายให้นักเรียนทำแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบค้นข้อมูล ความรู้ และนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน

(4.3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียน นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ สำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และอภิปรายผลร่วมกัน ในชั้นเรียน โดยมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

(4.4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ หรือประเด็นคำถามที่นักเรียนไม่ได้กล่าวถึงขณะอภิปรายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นการขยายกรอบความคิดให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้ง มีการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

(4.5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้ประเมินผล ความรู้ที่นักเรียนจากการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบวิเคราะห์หาผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจากแบบบันทึกภาคสนามของครู

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ต่อมาทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยง

จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับที่สมบูรณ์ และนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามระเบียบวิธีวิจัยต่อไป

3.4.2.2 การสร้างและตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เพื่อนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ การออกข้อสอบแบบอัตนัยจากหนังสือการวัดประเมินผลต่าง ๆ

(2) ศึกษาเอกสาร หลักสูตร คู่มือครู เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา

(3) วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหา เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์ที่ต้องการวัดและนำมากำหนดน้ำหนักของข้อสอบ

(4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 1 ชุด ทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งมีมาตรฐานการพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560, น. 29) โดยมีการกำหนดแนวคำถามและคำตอบให้เหมาะสม ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ของหลักสูตร

(5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

(6) การปรับปรุงแก้ไขวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการใช้ภาษา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ (IOC) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2553) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นในแต่ละข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากสูตร

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรข้างต้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00 ไว้ 4 ข้อ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาใจระดับเซลล์ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ก 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)

(7) นำแบบทดสอบวัดผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์จำนวน 4 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน

(8) ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบทดสอบวัดผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยาลบที่สมบูรณ์ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามระเบียบวิธีวิจัยต่อไป

3.4.2.3 การสร้างและตรวจสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ การออกข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จากหนังสือการวัดประเมินผลต่าง ๆ

(2) ศึกษาเอกสาร หลักสูตร คู่มือครู เนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา

(3) วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหา เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์ที่ต้องการวัดและนำมากำหนดน้ำหนักของข้อสอบ

(4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ชุด ทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกเพียง 1 คำตอบ และมีคำตอบลวง 3 คำตอบ โดยตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน โดยกำหนดแนวคำถามและคำตอบให้เหมาะสม ชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ของหลักสูตร

(5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

(6) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามคำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หายใจระดับ เซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความ เหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการใช้ภาษา โดยใช้ค่าดัชนีความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ (IOC) (มาเรียม นิลพันธ์, 2553) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญบันทึกผลการพิจารณาลงความคิดเห็นในแต่ละข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้ คะแนน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากสูตร

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้จากการคำนวณจาก สูตรข้างต้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00 ไว้ 30 ข้อ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การ หายใจระดับเซลล์ ตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ค 1.2 ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา จำนวน 30 ข้อ ที่ทำการเลือกใช้ในงานวิจัย จำแนก เป็น ข้อสอบวัดความรู้ ความจำ 10 ข้อ (ร้อยละ 33.33) วัดความเข้าใจ 11 ข้อ (ร้อยละ 36.67) วัดการวิเคราะห์ 5 ข้อ (ร้อยละ 16.67) วัดการประยุกต์ใช้ 4 ข้อ (ร้อยละ 13.33) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ทั้งฉบับมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.90 [ตารางภาคผนวกที่ ก. 2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4] ซึ่งแสดงว่าคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับนี้มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ “ใช้ได้” ทุกข้อ นอกจากนี้ยังได้ทำการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำแบบทดสอบที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่นักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่นักเรียนตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน รวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาเรียงลำดับจากคะแนนสูงสุดถึงต่ำสุด และนำมาคำนวณหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

$$\text{จากสูตร } r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มคำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา โดยคัดเลือกข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ฉบับนี้มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.31-0.91 (ตารางภาคผนวกที่ ค. 2.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา) โดยสามารถจำแนกออกเป็นร้อยละของข้อสอบตามระดับค่าความยากง่าย (p) และระดับค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1-3.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา

ค่าความยากง่าย (p)	ระดับความยากง่าย	จำนวน (ข้อ)	ร้อยละ (%)
0.00 – 0.19	ยากมาก ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก	5	16.67%
0.40 – 0.59	ยากพอเหมาะ	13	43.33%
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย	12	40%
0.81 – 1.00	ง่ายมาก ควรตัดทิ้ง/ปรับปรุง	0	0%
รวม		30	100%

ตารางที่ 3.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	จำนวน (ข้อ)	ร้อยละ (%)
< 0.00	จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้ง/ ปรับปรุง	0	0%
0.00 – 0.19	จำแนกได้ต่ำ ควรตัดทิ้ง/ ปรับปรุง	0	0%
0.20 – 0.29	จำแนกได้พอใช้	0	0%
0.30 – 0.39	จำแนกได้ดี	10	33.33%
≥ 0.40	จำแนกได้ดีมาก	20	66.67%
รวม			100%

(8) นำข้อสอบที่ได้ทำการคัดเลือกไว้ 30 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2550) โดยคำนวณจากสูตร KR-20

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จาก
แบบทดสอบทั้งฉบับ

ซึ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยาฉบับนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ “ใช้ได้”

3.4.2.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบบันทึกภาคสนามของครู

แบบบันทึกภาคสนามของครู เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยที่ทำหน้าที่ครูผู้สอน ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกเหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อ ๆ ไป โดยขั้นตอนการสร้างและปรับปรุงแบบบันทึกภาคสนามของครู มีดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน

(2) สร้างแบบบันทึกภาคสนามของครู

(3) นำแบบบันทึกภาคสนามของครูที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสม

(4) นำแบบบันทึกภาคสนามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว (ภาคผนวก ข. 3 แบบบันทึกภาคสนามของครู) ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งรายละเอียดของการจดบันทึกนั้นประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเริ่มต้นด้วยการเขียนผลการสอน มีการบันทึกเหตุการณ์ทั่วไป เหตุการณ์สำคัญ และสอดแทรกความคิดเห็นประเมินว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น ๆ มีความเหมาะสมหรือไม่ มีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร และควรแก้ไขอย่างไร

3.5 รูปแบบการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามขั้นตอนแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน พินันท์ คงคาเพชร, 2552) ที่ประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ดำเนินการปฏิบัติเป็นวงจร PAOR ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงาน โดยมีการปรับแก้ไขจาก นุสบา หเมกุล (2559) ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยได้วางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ปัญหา สาเหตุ วิธีการแก้ปัญหาสำรวจสภาพปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไขในการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ บริบทของสถานศึกษา บริบทของนักเรียน และหลักสูตรสถานศึกษา

2) วางแผนและสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยนำผลการศึกษาปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหา วางแผนการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เรื่องการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบบันทึกภาคสนามของครู แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอให้

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และนำมาหาคุณภาพของเครื่องมือ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่มีการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยในสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น ผ่านการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อสร้างคำถามหรือประเด็นที่สนใจ อาจเกิดจากความสนใจหรือสงสัยของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมได้หลายรูปแบบ เช่น สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ อภิปราย พุดคุย สนทนา นำเสนอข้อมูล ใช้เกม ใช้สื่อ เป็นต้น

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติผ่านการสำรวจ ค้นหา รวบรวมข้อมูลและค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการสืบค้นข้อมูล ความรู้ และนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน

3) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจากการลงมือปฏิบัติ สำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและอภิปรายผลร่วมกันในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถผนวกความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรม สร้างสถานการณ์ หรือประเด็นคำถามที่ผู้เรียนไม่ได้กล่าวถึงขณะอภิปรายและลงข้อสรุป เพื่อเป็นการขยายกรอบความคิดให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้ง มีการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติม สามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ

5) **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทั้งทางด้านการบริหารจัดการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับผ่านการสำรวจและค้นหา การอภิปรายและลงข้อสรุป และขยายความรู้ เพื่อศึกษาทบทวนความรู้ใหม่อีกครั้ง เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observing)

ขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกภาคสนามของครู โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกสะท้อนผลในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัยมาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อนำมาหาข้อสรุป และข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและปรับปรุงการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อ ๆ ไป ใช้ข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมแบบบันทึกภาคสนามของครู มาใช้ในการหาข้อมูลเชิงคุณภาพในการจัดการเรียนรู้ การปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2562 ใช้ระยะเวลาในการทำวิจัยทั้งหมด 9 คาบ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาชีววิทยา โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ในชั่วโมงแรกของการเรียน ทำการปฐมนิเทศเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ อธิบายถึงการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย

ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ วิธีประเมินผลการเรียนรู้ การวางแผนการเรียนรู้ และระยะเวลาในการเรียนแต่ละบทเรียน

2) ก่อนการจัดการเรียนรู้การส่งเสริมความสามารถในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที และให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

3) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 9 คาบ คาบละ 50 นาที

4) เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสังเกตของผู้วิจัยในแบบบันทึกภาคสนามของครู และจากการสังเกตของครูพี่เลี้ยง มาทำการวิเคราะห์หาปัญหาและสาเหตุ หากพบว่ามีสิ่งที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้น และนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อ ๆ ไป ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

5) ภายหลังการจัดการเรียนรู้การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสร็จสิ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งผู้เรียนจะได้ทำแบบทดสอบ จำนวน 1 ข้อ โดยใช้เวลา 10 นาทีและภายหลังการจัดการเรียนรู้ครบทุก

แผนการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลการปฏิบัติจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากแบบบันทึกภาคสนามของครู โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Content analysis)

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

3.6.2.1 การใช้สถิติพื้นฐาน

สถิติพื้นฐานที่ใช้ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

(1) คะแนนเฉลี่ย (Average, Mean)

โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \frac{\sqrt{N\epsilon f x^2 - (\epsilon f x)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

f แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละตัว

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.6.2.2 วิเคราะห์หาผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลวัดผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยประเมินจากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นตามแนวคิดของ Hake (1998 อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ ธงไชย, ขวัญ อารยะธนิตกุล, เชิญโชค ศรีขวัญ, นฤมล เอเมะรัตต์, และรัชภาภย์ จิตต์อารี, 2559) วิเคราะห์หาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ด้วยการวัดผลจากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของนักเรียนรายบุคคลที่เรียกว่า Normalized Gain <g> ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาผลการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน พิจารณาจากผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain) ซึ่งนำมาเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$<g> = (\% \text{ Post-test}) - (\% \text{ Pre-test}) / (100 \% - (\% \text{ Pre-test}))$$

โดยที่ <g> คือ ค่า Normalized Gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ซึ่งค่า <g> หรือ Normalized Gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain = (% Post-test - % Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain = (100 % - % Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 -1.0 แบ่งระดับค่า Normalized Gain <g> ออกเป็นกลุ่มได้สามระดับ คือ

“High Gain”	หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้	$\langle g \rangle \geq 0.7$
“Medium Gain”	หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้	$0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$
“Low Gain”	หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้	$0.3 > \langle g \rangle \geq 0.0$



บทที่ 4

ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามวงจร Plan-Act-Observe-Reflect เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 45 คน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.1.1 ผลการศึกษาการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.2.1 ผลการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.1.1 ผลการศึกษาการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1988 อ้างถึงใน พินันท์ คงคาเพชร, 2552) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) ซึ่งการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกภาคสนามของครู ในขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอนจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและทำการบันทึกข้อมูล สิ่งต่าง ๆ ที่พบเจอในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกภาคสนาม และเมื่อผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งได้มาจากการรวบรวมความคิดเห็นของผู้วิจัย ครูพี่เลี้ยง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนักเรียน จากเครื่องมือในการสะท้อนผลดังกล่าวในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาใช้ ซึ่งรายละเอียดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

4.1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง “ไกลโคไลซิส”

ก่อนการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สอนการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี โดยให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที และให้นักเรียนทำ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อโดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง ไกลโคไลซิส โดยเริ่มจากแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถในที่นี้ครูผู้สอนเป็นผู้จับกลุ่มให้โดยพิจารณาจากผลคะแนนการสอบเก็บคะแนนครั้งล่าสุดของนักเรียน กลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 7 กลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมและวิธีการเขียนแผนผังแนวความคิดรูปตัววี จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องไกลโคไลซิส ให้แก่นักเรียน ผู้วิจัยบอกขอบเขตของการศึกษา โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ ได้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูลสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่อง ไกลโคไลซิส ลงในใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่ครูแจกให้ จากนั้นสุ่มกลุ่มออกมานำเสนอความเข้าใจที่หน้าชั้นเรียนจำนวน 4 กลุ่ม

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า นักเรียนมีความสนใจในกระบวนการจัดการเรียนการสอน นักเรียนมีความพยายามในการทำงาน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเนื่องจากนักเรียนเพิ่งมีประสบการณ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างนี้เป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการที่นักเรียนคุ้นเคยกับการนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว นักเรียนส่วนใหญ่ยังจับใจความสำคัญของเนื้อหาเรื่องที่ศึกษาไม่ได้ นักเรียนบางส่วนยังไม่ให้ความร่วมมือในกระบวนการทำงานกลุ่มเนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยพอใจกับสมาชิกในกลุ่มที่ครูจัดให้และนักเรียนบางคนไม่สนใจเวลาที่เพื่อนออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียนเนื่องจากจดจ่ออยู่กับการเตรียมตัวนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง อีกทั้งยังพบว่านักเรียนในชั้นเรียนยังขาดทักษะการบริหารเวลาและการวางแผนการทำงานทำให้การดำเนินกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำนั้นไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

4.1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง “การสร้างแอชิติล โคเอน ไชม์เอและวัฏจักรเครบส์”

ผลจากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลหลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไกลโคไลซิส ผู้วิจัยได้วางแผนแก้ไขปัญหาที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี รวมถึงนักเรียนส่วนใหญ่ยังจับใจความสำคัญของเนื้อหาเรื่องที่ศึกษาไม่ได้ ผู้วิจัยจะฝึกวิธีการอ่าน จับประเด็นและทำความเข้าใจกับเนื้อหาให้นักเรียน ส่วนนักเรียนบางส่วนยังไม่ให้ความร่วมมือในกระบวนการทำงานกลุ่มนั้น ผู้วิจัยจะให้นักเรียนจับกลุ่มกันเองแต่ต้องคอยช่วยเหลือเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นักเรียนชายในห้องส่วนใหญ่มักนั่งรวมอยู่กลุ่มเดียวกันและไม่ค่อยสนใจเรียน ปัญหาที่นักเรียนบางคนไม่สนใจเวลาที่เพื่อนออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียนนั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมใบกิจกรรม แผนผังแนวความคิดรูปตัววีมาให้หาคำก่อนจากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนและมีการสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามจากสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน และปัญหาที่นักเรียนในชั้นเรียนยังขาดทักษะการบริหารเวลาและการวางแผนการทำงานทำให้การดำเนินกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำนั้น ไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจะให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำเสร็จตามเวลาที่กำหนด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 นี้เริ่มจากให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันเองกลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องมีทั้งสมาชิกทั้งหญิงและชายอยู่รวมกัน ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมและวิธีการเขียนแผนผังแนวความคิดรูปตัววี จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรม แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การสร้างแอชิติล โคเอน ไชม์เอและวัฏจักรเครบส์ ให้แก่นักเรียน ผู้วิจัยบอกขอบเขตของการศึกษา โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ ได้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูลจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่องการสร้างแอชิติล โคเอน ไชม์เอและวัฏจักรเครบส์ ลงในใบกิจกรรม แผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่ครูแจกให้ ผู้วิจัยเพิ่มสื่อวีดิทัศน์ภาษาอังกฤษที่อธิบายการสร้างแอชิติล โคเอน ไชม์เอและวัฏจักรเครบส์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมใบกิจกรรม แผนผังแนวความคิดรูปตัววี ให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำเสร็จตามเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนและมีการสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามจากสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน เมื่อเสร็จสิ้นการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้กระดาษโพสอิทกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเขียนปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในคาบเรียนนี้

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จากแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่าการวางแผนโดยนำวิธีการต่าง ๆ สามารถแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่พบหลังจากจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ได้ในระดับหนึ่ง ได้แก้การแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี รวมถึงนักเรียนส่วนใหญ่ยังจับใจความสำคัญของเนื้อหาเรื่องที่ศึกษาไม่ได้ นั่น พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นและนักเรียนสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาเรื่องที่ศึกษาได้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแบบฝึกหัดที่เพิ่มมากขึ้นและสื่อวีดิทัศน์ซึ่งส่งผลให้มองเห็นภาพและเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น ส่วนนักเรียนบางส่วนยังไม่ให้ความร่วมมือในกระบวนการทำงานกลุ่มนั้น ผู้วิจัยจะให้นักเรียนจับกลุ่มกันเองแต่ต้องคละชายหญิง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้น มีการช่วยเหลือกันในการทำงานมากขึ้น และปัญหานักเรียนบางคนไม่สนใจเวลาที่เพื่อนออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียนนั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีการสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามจากสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนตั้งใจและสนใจมากขึ้นเมื่อเพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องตอบคำถาม เพราะถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ได้ต้องได้รับบทลงโทษ เช่น การตัดคะแนนกลุ่ม เป็นต้น ส่วนปัญหานักเรียนในชั้นเรียนยังขาดทักษะการบริหารเวลาและการวางแผนการทำงานทำให้การดำเนินกิจกรรมที่มอบหมายให้ นั้นไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยได้ให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำเสร็จตามเวลาที่กำหนด พบว่าสมาชิกในกลุ่มมีความกระตือรือร้นและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาประกอบในการทำกิจกรรม มีการวางแผนการทำงาน และเริ่มมีการรักษาเวลาตามที่กำหนด

ปัญหาที่พบหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครูและ โปสเตอร์ที่นักเรียนเขียน ได้แก่ สื่อวีดิทัศน์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นวีดิทัศน์ภาษาอังกฤษ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจคำศัพท์ในวีดิทัศน์ ทำให้นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจ ในเรื่องที่เรียนนี้มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษหลายคำยากต่อการจดจำ นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพอากาศในห้องเรียนหนาวเย็นมากเกินไปทำให้เป็นอุปสรรคกับการจัดการเรียนการสอน

4.1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง “กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์”

ผลจากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลหลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยได้วางแผนแก้ไขปัญหาที่พบเพื่อนำมาปรับปรุงในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 จากปัญหาที่พบ คือสื่อวีดิทัศน์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นวีดิทัศน์ภาษาอังกฤษ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจคำศัพท์ในวีดิทัศน์ ทำให้นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจดู ผู้วิจัยจะหาวีดิทัศน์ที่เป็นภาษาไทยเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ในเรื่องที่เรียนนี้มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษหลายคำยากต่อการจดจำ ผู้วิจัยจะพูดศัพท์ภาษาอังกฤษในเนื้อหาที่เรียนให้บ่อยขึ้นเพื่อให้นักเรียนชินกับคำศัพท์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้นและสามารถจดจำคำศัพท์เหล่านั้นได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพอากาศในห้องเรียนหนาวเย็นมากเกินไปทำให้เป็นอุปสรรคกับการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะปรับอุณหภูมิของแอร์คอนดิชันให้เพิ่มขึ้นเพื่อที่อากาศจะได้อุ่นขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 นี้เริ่มจากปรับสภาพอุณหภูมิในห้องเรียนให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนโดยการเพิ่มอุณหภูมิของแอร์คอนดิชันให้สภาพอากาศในห้องเรียนอุ่นยิ่งขึ้น เมื่อเริ่มต้นคาบเรียนผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันเองกลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องมีทั้งสมาชิกทั้งหญิงและชายอยู่รวมกันเหมือนกับในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมและวิธีการเขียนแผนผังแนวความคิดรูปตัววี จากนั้นทำการแจกใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ให้แก่ นักเรียน ผู้วิจัยบอกขอบเขตของการศึกษา นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ ได้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูลสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ ลงในใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่ครูแจกให้ ผู้วิจัยได้นำเสนอสื่อวีดิทัศน์ภาษาไทยที่อธิบายกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น โดยระหว่างการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้มีการพูดย้ำเกี่ยวกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษของเรื่องที่เรียนนี้หลาย ๆ ครั้ง จากนั้นผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี โดยผู้วิจัยให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำเสร็จตามเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีการสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามจากสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน เมื่อเสร็จสิ้นการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้กระดาษโพสติดกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเขียนปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในคาบเรียนนี้

หลังจากดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและการสร้างข้อสรุปตามดัชนีข้อมูล พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 จากแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่า การวางแผนโดยนำวิธีการต่าง ๆ สามารถแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่พบหลังจากจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ได้ในระดับหนึ่ง ได้แก่ สื่อวีดิทัศน์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นวีดิทัศน์ภาษาอังกฤษ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจคำศัพท์ในวีดิทัศน์ ทำให้นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจ ผู้วิจัยได้หาวีดิทัศน์ที่เป็นภาษาไทยมาประกอบการจัดการเรียนการสอนแทนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ในเรื่องที่เรียนนี้มีคำศัพท์ภาษาอังกฤษหลายคำยากต่อการจดจำ ผู้วิจัยได้พูดศัพท์ภาษาอังกฤษในเนื้อหาที่เรียนให้บ่อยขึ้นเพื่อให้นักเรียนชินกับคำศัพท์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้นและสามารถจดจำคำศัพท์เหล่านั้นได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพอากาศในห้องเรียนหนาวเย็นมากเกินไปทำให้เป็นอุปสรรคกับการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ปรับอุณหภูมิของแอร์คอนดิชันให้เพิ่มขึ้นเพื่อที่อากาศจะได้อุ่นขึ้น

ปัญหาที่พบหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การจดบันทึกลงในแบบบันทึกภาคสนามของครูและ โปสเตอร์ที่นักเรียนเขียน ได้แก่ นักเรียนยังจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษในบทเรียนไม่ค่อยได้ รวมถึงอยากให้มีการจัดการทดลองด้วย

4.1.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง “กระบวนการหมัก”

ผลจากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลหลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้วางแผนแก้ไขปัญหาคำศัพท์ที่พบเพื่อนำมาใช้ในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยนักเรียนยังจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษในบทเรียนไม่ค่อยได้ ผู้วิจัยจะพูดคำศัพท์ภาษาอังกฤษให้บ่อยขึ้นและมีการสุ่มถามนักเรียนในห้องหากใครตอบได้จะมีรางวัลให้ ส่วนปัญหาอยากให้มีการจัดการทดลองนั้นผู้วิจัยได้เตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ไว้ก่อนหน้าเรียบร้อยแล้วโดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นการทดลองทำโยเกิร์ต

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีรวมกับการจัดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การหมักโยเกิร์ต โดยดูจากการเช็ดตัวกลายเป็นโยเกิร์ตของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง เพื่อศึกษาเรื่องกระบวนการหมักหรือการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน โดย

ในขั้นตอนแรกเริ่มจากแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ กลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มต้องมีทั้งสมาชิกทั้งหญิงและชายอยู่ร่วมกันเหมือนกับในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการสืบค้นข้อมูล จากนั้นผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม เรื่อง กระบวนการหมัก โดยในขั้นน้านผู้วิจัยได้ผู้วิจัยเลือกใช้สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นสื่อภาษาไทยที่มีภาพและเสียงที่ดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน แต่ในระหว่างผู้วิจัยที่เปิดสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ให้นักเรียนศึกษานั้น ผู้วิจัยจะทำการหยุดสื่อวีดิทัศน์เป็นช่วง ๆ เพื่อช่วยในการอธิบายคำศัพท์และเนื้อหาบางส่วนเพิ่มเติมโดยระหว่างการอธิบายนั้น ผู้วิจัยได้พูดคุยเกี่ยวกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษในบทเรียนนี้ให้กับนักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจมากยิ่งขึ้น รวมถึงมีการสุ่มถามคำศัพท์ดังกล่าวกับนักเรียนในห้องหากใครตอบได้จะมีรางวัลให้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน เรื่อง กระบวนการหมักซึ่งขั้นตอนการทำ คือ เริ่มจากการนำนมสดมาต้มในหม้อจนมีอุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส ต่อมาใส่โยเกิร์ตธรรมชาติและน้ำตาลทรายลงไปจากนั้น คนให้เข้ากัน ตักใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ สุดท้ายให้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งในกิจกรรมการทดลองนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่มของตนเอง มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และในการระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ เช่น อินเทอร์เน็ต สื่อวีดิทัศน์อื่น ๆ เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันอย่างมีเหตุผล และในขณะที่ทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้ทำการจับเวลาเพื่อเป็นการฝึกเรื่องความตรงต่อเวลาของนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยจะให้รางวัลพิเศษกับนักเรียนกลุ่มที่สามารถทำกิจกรรมสำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อช่วยในการกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน เมื่อหมดเวลาในการทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนว่าเมื่อครบตามเวลาที่กำหนดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองในวันนี้จะกลายเป็นโยเกิร์ตเนื่องจากโยเกิร์ตนั้น จะหมักน้านมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ซึ่ง pH ที่ลดลงนี้จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ (denature) และจับตัวตกตะกอน (curd) ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น ต่อมาผู้วิจัยได้ทำการแจกใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง กระบวนการหมัก ผู้วิจัยบอกขอบเขตของการศึกษา นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ ได้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปข้อมูลสิ่งที่ได้เรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมัก ลงในใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววีที่ครูแจกให้ จากนั้นผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี โดยผู้วิจัยให้รางวัลแก่กลุ่มที่ทำเสร็จ

ตามเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนและมีการสุ่มเลขที่นักเรียนเพื่อให้ นักเรียนตอบคำถามจากสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน

หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและทำการจดบันทึกข้อมูลและสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นลงในแบบบันทึกภาคสนามของครู พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจดูสื่อวีดิทัศน์มากกว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งก่อน เนื่องมาจากว่าสื่อวีดิทัศน์นั้นเป็นสื่อที่มีภาพและเสียงที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เข้าใจได้ง่ายขึ้น และผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนได้ทำการหยุดสื่อวีดิทัศน์เป็นช่วง ๆ เพื่ออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาและคำศัพท์ภาษาอังกฤษในบทเรียนรวมถึงมีการสุ่มถามนักเรียนในห้องหากใครตอบได้จะมีรางวัลให้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์นั้นมากยิ่งขึ้น และจากการทำกิจกรรม กระบวนการหมัก พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี การที่นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนมีความสนใจและเข้าใจในสิ่งที่ศึกษามากยิ่งขึ้น

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสร็จสิ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งผู้เรียนจะได้ทำแบบทดสอบ จำนวน 1 ข้อ โดยใช้เวลา 10 นาทีและภายหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที

4.2 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.2.1 ผลการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การวิจัยนี้ทำการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยประเมินจากผล การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของนักเรียนรายบุคคลเมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ทำ การทดสอบก่อนเรียนจำนวน 4 ข้อใช้เวลา 40 นาทีและจัดการเรียนรู้หลังเรียนแต่ละแผน รวม 4 แผน

ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โกลโคไลซิส การสร้างเอซิทิลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและกระบวนการหมัก จำนวน 1 ข้อต่อแผนใช้เวลา 10 นาทีต่อการสอบ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 4 ข้อ เวลารวม 40 นาที

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นแบบ Normalized Gain <g> ตามแนวคิดของ Hake (1998 อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2559) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาผลการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain) ดังนี้

$$g = (\% \text{ post-test}) - (\% \text{ pre-test}) / (100 \% - (\% \text{ pre-test}))$$

โดยที่ <g> คือ ค่า Normalized Gain

% post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ

% pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ซึ่งค่า <g> หรือ Normalized Gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain = (% post-test - % pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain = (100 % - % pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-1.0 แบ่งระดับค่า Normalized Gain (g) ออกเป็นกลุ่มได้สามระดับ ดังนี้

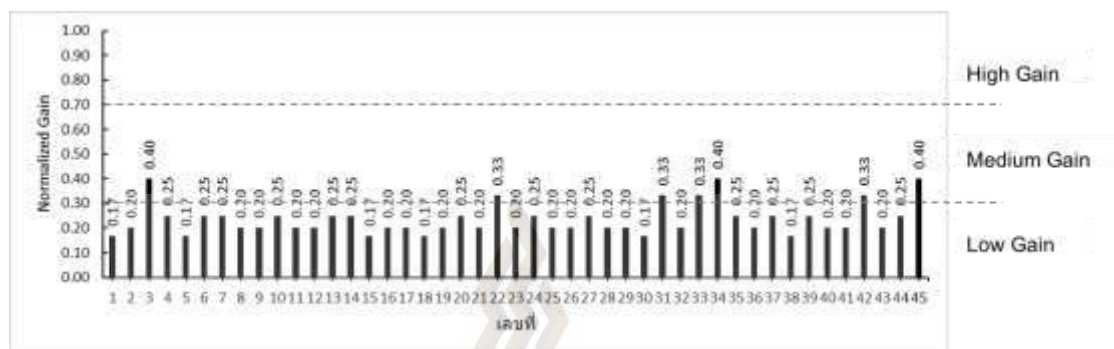
“High Gain” หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $g > 0.7$

“Medium Gain” หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $0.7 > g \geq 0.3$

“Low Gain” หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยได้ $0.3 > g \geq 0.0$

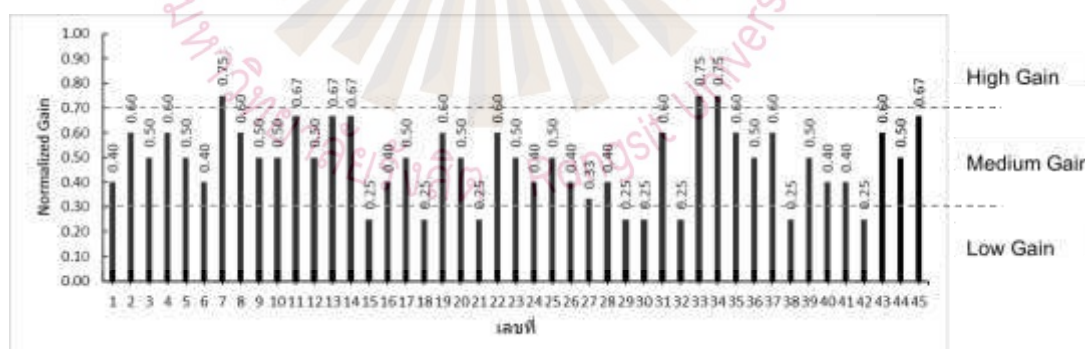
ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังต่อไปนี้

4.2.1.1 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) เรื่อง ไกลโคไลซิส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



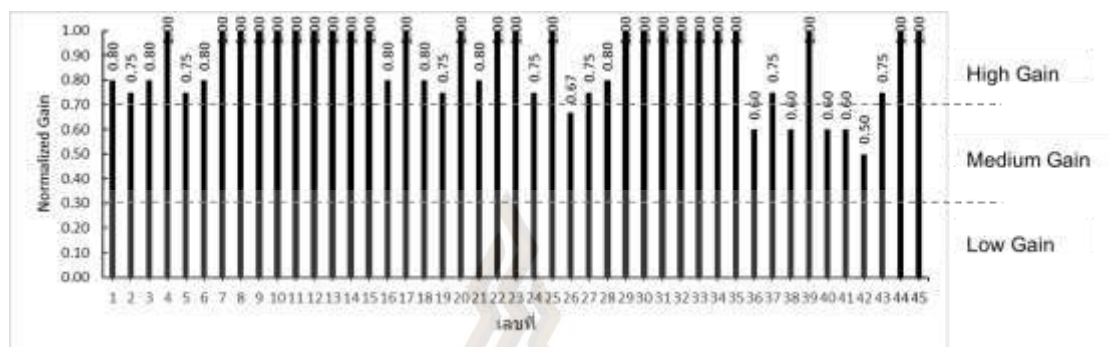
รูปที่ 4.1 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) เรื่อง ไกลโคไลซิส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2.1.2 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



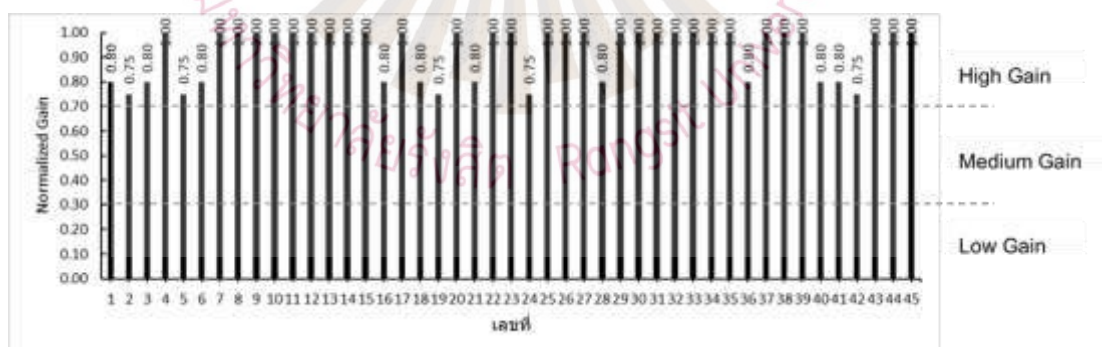
รูปที่ 4.2 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) เรื่อง การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2.1.3 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



รูปที่ 4.3 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3) เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.2.1.4 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4) เรื่อง กระบวนการหมัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



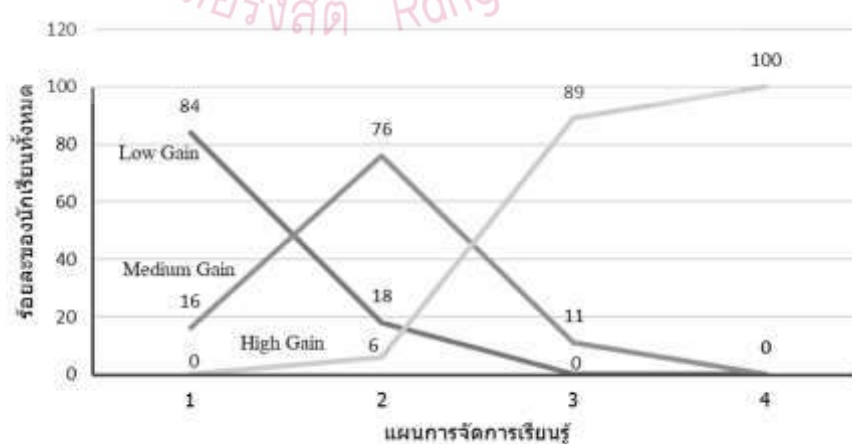
รูปที่ 4.4 ผลคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4) เรื่อง กระบวนการหมัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3, และ 4.4 แสดงผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain) จากการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อจบแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 เรื่อง ไกลโคไลซิส การสร้างแอซิทิลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและกระบวนการหมักตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ Low Gain ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ลดลงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่มีนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 18 ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นั้นไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับ Low Gain

นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ Medium Gain ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 16 เพิ่มขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่มีจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ต่อมาลดลงในแผนที่ 3 ที่มีจำนวนนักเรียน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 11 และลดลงอีกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 คือไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับ Medium Gain

นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ High Gain ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นั้นไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับ High Gain ได้เพิ่มขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ที่มีจำนวนนักเรียน 3 คน 40 คน และ 45 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ร้อยละ 89 และร้อยละ 100 ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 ร้อยละของนักเรียนทั้งหมดที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ Low Gain, Medium Gain และ High Gain เรียงตามลำดับแผนการจัดการเรียนรู้

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิจัยนี้ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนรายชั้นเรียน เมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อมีการจัดการเรียนรู้ครบ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไกลไกลไสซึส การสร้างแอชิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและกระบวนการหมัก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ในภาพรวมรายชั้นเรียน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยรายชั้นเรียน ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียนได้ผลดังตาราง

4.2.2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{x}$	SD	df	T	p
ก่อนเรียน	45	8.22	3.014	44	25.16**	0.00
หลังเรียน	45	15.36	2.197			

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามวงจร Plan-Act-Observe-Reflect เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 45 คนโดยนำวงจร Plan-Act-Observe-Reflect มาใช้จากแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถสรุปผลของการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแผนการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ Low Gain ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับ Medium Gain แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ High Gain และแผนที่ 4 ทุกคนมีคะแนนอยู่ในระดับ High Gain

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังต่อไปนี้

5.2.1 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงคุณภาพ

5.2.1.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5.2.2 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ

5.2.2.1 ผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา

5.2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา

5.2.1 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงคุณภาพ

5.2.1.1 ผลการศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ผู้วิจัยนำหลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) มาใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observing) และขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflecting) เป็นวงจรต่อเนื่องกัน และทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา จำนวนทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุม 4 เรื่องหลักของการหายใจระดับเซลล์ คือ 1) ไกลโคไลซิส 2)

การสร้างแอชิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ 3) กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน และ 4) กระบวนการหมัก โดยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 9 คาบ คาบละ 50 นาที หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยาในแต่ละแผนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านแบบบันทึกภาคสนามของครู (ภาคผนวก จ. 1 ตัวอย่างแบบบันทึกภาคสนามของครู) ซึ่งรายละเอียดของการจดบันทึกนั้นเริ่มต้นด้วยการเขียนบันทึกเหตุการณ์ทั่วไป เหตุการณ์สำคัญ และมีการสอดแทรกความคิดเห็น โดยประเมินว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น ๆ มีความเหมาะสมหรือไม่ ควรแก้ไขอย่างไร โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลการปฏิบัตินี้มาทำการวิเคราะห์หาปัญหา หาสาเหตุ และแนวทางวิธีการแก้ไข เพื่อนำมาปรับปรุง พัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อ ๆ ไป

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา จำนวนทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยานั้น ต้องมีการใช้ทักษะต่าง ๆ ร่วมด้วย เช่น กระบวนการทำงานกลุ่ม การแบ่งงาน การมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบ และการทำงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด เป็นต้น ซึ่งครูผู้สอนต้องมีการเลือกใช้สื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือ วิกิพีเดีย และอินเทอร์เน็ต เข้ามาร่วม เพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี โดยสื่อที่เลือกใช้ในการจัดการเรียนรู้ ต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัยและต้องเลือกสื่อที่มีภาพ เสียงที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงรายละเอียดของเนื้อหาและสนใจต่อการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ อาจมีการทบทวนเนื้อหาเดิมบางเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว อาจมีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิด ความสนใจ กระตือรือร้น อยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม นอกจากนี้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะสามารถช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมที่มีผนวกกับความรู้ใหม่กลายเป็นองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเอง

5.2.2 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ

5.2.2.1 ผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา

การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยนี้ประเมินจากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของนักเรียนรายบุคคลเมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแผนการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ Low Gain ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับ Medium Gain แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ High Gain และแผนที่ 4 ทุกคนมีคะแนนอยู่ในระดับ High Gain ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 คือ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา สามารถส่งเสริมได้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี และสอดคล้องกับผลการวิจัยของกิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2561) ที่ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบกรณีศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า (1) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ของนักเรียนเพิ่มขึ้นตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐกฤษ ทองน้อย (2560) ที่ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.00 เป็นร้อยละ 61.50 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบที่สามารถพัฒนาได้น้อยสุด คือ หลักฐาน

เหตุผลที่ที่สนับสนุนว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีนั้นทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายกันนั้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มากกว่า เพราะผู้เรียนจะต้องทำการหาหลักฐานและข้อสนับสนุนคำตอบด้วยตนเอง นอกจากจะช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณได้อีกด้วย โดยเทคนิคนี้จะเน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จากนั้นนำคำตอบที่ได้มาสร้างเป็นแผนผังแนวความคิดรูปตัววีโดยแผนผังแนวความคิดรูปตัววีซึ่งเป็นแผนผังที่แสดงถึงแนวความคิดที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดและวิธีการ โดยจะมีลำดับขั้นในการลำดับความคิดหรือขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้และวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้ให้เหมาะสมกับบริบทนั้น ๆ เพื่อนำมาสู่คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม จากนั้นจึงนำข้อมูลจากแผนผังรูปตัววีที่ได้มาเขียนอธิบายคำตอบที่มีย่อสรุปประกอบครบถ้วนเป็นไปตามหลักของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล และเนื่องจากแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นแผนผังแนวความคิดที่ชี้ให้นักเรียนหาเหตุผลและหลักการหรือทฤษฎีที่เป็นที่มาของคำตอบ ในที่นี้หมายถึงการให้เหตุผลโดยมีการอ้างอิงที่มาของความรู้ นั้น ๆ ถือเป็นผลการทดลองที่สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 ที่ประกอบด้วยหลัก 3r8c โดยเฉพาะทักษะด้าน Critical Thinking and Problem Solving ที่เป็นทักษะในการการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รูปแบบหนึ่งในการบ่งบอกว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

5.2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี และสอดคล้องกับงานวิจัยของนุสบา เหมกุล (2559) ได้ศึกษาศึกษาผลการเรียนรู้ แนวทางในการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา พบว่า (1) นักเรียนมีผลการเรียนรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ สูงขึ้นหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีคะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.78 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “สูง” (2) แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ร่วมด้วย เช่น กระบวนการกลุ่ม การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร สื่อวิทัศน์ที่เหมาะสม มีการทบทวนเนื้อหา เสริมภาษาอังกฤษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

เหตุผลที่สนับสนุนว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยาทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่มาจากการสืบเสาะแสวงหา หรือลงมือปฏิบัติ โดยที่ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน และเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางความคิด เกิดการสืบเสาะ ค้นคว้าหาข้อมูล ทำให้สามารถนำมาสร้างความรู้และค้นพบสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางสังคม

ทักษะการคิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ นำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูลอันเป็นคำตอบของคำถาม ทำให้เกิดความท้าทายในการแสวงหาคำตอบที่ต้องสืบค้นด้วยตนเอง มีการใช้สื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย เข้ามาช่วยเสริม เพื่อดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยเฉพาะสื่อที่เป็นวิดิทัศน์ ซึ่งมีภาพเคลื่อนไหวชัดเจน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยามากยิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ได้เสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง เมื่อได้คำตอบแล้วก็มีการรวมกลุ่มอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจน โดยการที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มาเขียนลงในแผนผังแนวความคิดรูปตัววีนั้นทำให้นักเรียนเข้าใจถึงเหตุผลและที่มาของคำตอบมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยการตรวจสอบคำตอบโดยใช้ความคิดจากมุมมองที่หลากหลายจากการพูดคุย อภิปราย นำเสนอ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสนในการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จนกระทั่งลงข้อสรุปของคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถจดจำองค์ความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำแบบทดสอบต่าง ๆ ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังต่อไปนี้

- 1) ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำผลการวิจัยไปปรับใช้ในการวางแผน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และวิชาวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

2) ควรให้นักเรียนมีการพลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันนำเสนอผลงานและควรให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลงาน เพราะจะทำให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจในตัวเองมากยิ่งขึ้น

3) ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้เหตุการณ์ปัจจุบันที่เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นภาพ เข้าใจถึงเนื้อหาและเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

4) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ควรจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้หรือจัดอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสนอทางเลือกในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์ อันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน

5) ควรมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผยแพร่ผลงานตัวเองออกสู่สาธารณะเพื่อเป็นการสร้างความภาคภูมิใจให้กับตัวนักเรียนและเป็นการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

1) ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีในเนื้อหาอื่น ๆ

2) ควรมีการบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไปประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้ามีข้อมูลทางเลือกที่หลากหลาย

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2544). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2561). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบกรณีศึกษา ร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- กุนทรี เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). *สื่อดิจิทัลสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- จิระวรรณ เกษสิงห์ (2562). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: วิถีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ชุมพร ลือราช. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด 5E โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นสื่อ เรื่อง พลังงานแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเมธังกราวาสฯ* (Master's thesis). สืบค้นจาก โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย (ThaiLIS).
- ชุมพล ชารีแสน. (2555). *ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังมโนทัศน์ตัววี* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ณัฐกฤษ ทองน้อย. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ทิสนา แยมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ชนกร อรรถนาวัฒน์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2552). การวิจัยปฏิบัติการ (Action research) (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุบลราชธานี: ขงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป.
- นุสบา เหมกุล. (2559). การพัฒนาผลการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผกาทิพย์ สังฆะมณี. (2555). ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ (Master's thesis). สืบค้นจาก โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย (ThaiLIS).
- พจิณกฤษณ์ ขวัญใจ, และวัชรภรณ์ แก้วดี. (2555). ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบิร์ตไอน์สไตน์ ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (Master's thesis). สืบค้นจาก <http://www.edu.chula.ac.th/ojed/doc/V81/v81d0169.pdf>
- พิชิต ฤทธิจิรบุญ. (2550). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: บริษัทแคเน็กซ์ อินเตอร์คัลเลอร์ ปอเรชั่น จำกัด.
- ภัทรवारณ ไชยมงคล, สกนชัย ชนะนนันท์, และจินตนา กล่าวเทศ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1), 27-40. สืบค้นจาก <http://ejournal.swu.ac.th/>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- มงคล เสนามนตรี. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนผังรูปตัววีกับการสอนปกติ (Unpublished Master's thesis). สืบค้นจาก โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย (ThaiLIS).
- มนทัย ชาญชัยกรรม. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังรูปตัววี (Vee diagram) ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2553). วิธีวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วภัทร ตระกูลพร, และนิลฉวี พิทักษ์. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการ แสวงหาความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคกลุ่มสืบสวนสอบสวน (Group Investigation) (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วัชร จตุพร. (2561). โรงเรียนทางเลือกกับการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนแห่งศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 41(2), 1-17. สืบค้นจาก [http:// so02.tci-thaijo.org/](http://so02.tci-thaijo.org/)
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: บริษัทเนว่าเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ: โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สันติชัย อนุวรชัย. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 7(2), 1-14.
- สุริย์รัตน์ จุ้ยกระยาง. (2553). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (Unpublished Master's thesis). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2548). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ. (2543). การเรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2558). การผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย, ขวัญ อารยะธนิตกุล, เชิญโชค ศรขวัญ, นฤมล เอมะรัตน์, และรัชภักย์ จิตต์อารี. (2559). การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน. สืบค้นจาก http://sc.mahidol.ac.th/scpy/penthai/articles/normalized_gain.pdf
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part1: Horses for courses?. *International Journal of Science Education*, 20 (1), 83-97.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed.). Australia: Deakin University Press.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008, April). *Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context Specific Written Scaffolds*. Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association in San Francisco, USA.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1985). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peker, D., & Wallance, C. S. (2009). Characterizing High School Students' Written Explanation in Biology Laboratories. *Research in Science Education*, 41(2), 169-191.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of student's use of written scientific explanation *Cognition and Instruction*, 23 (1), 23 - 55 .
https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความกรุณาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

ภาคผนวก ก. 1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูป
ตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศรี เจริญพานิช
 อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี ชยานุวัชร
 คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
3. นางสาวปิยรัตน์ ชาวอบทม
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสายปัญญาในวังสิต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
 มัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี

ภาคผนวก ก. 2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิง
 วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
 แผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศรี เจริญพานิช
 อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี ชยานุวัชร
 คณะบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
3. นางสาวปิยรัตน์ ชาวอบทม
 ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสายปัญญารังสิต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
 มัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข. 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

รหัสวิชา ว 30117

รายวิชา ชีววิทยา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เซลล์และการทำงานของเซลล์

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมัก

เวลา 2 คาบ

ผู้สอนนางสาววาสนา ช้างเพชร

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตการศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

ผลการเรียนรู้

อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

- 1) อธิบายและสรุปขั้นตอนของกระบวนการหมักได้

ทักษะ

- 1) นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี
- 2) นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และมีความซื่อสัตย์ รวมทั้งส่วนร่วมในการทำงาน

3. สาระสำคัญ

การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือเรียกว่ากระบวนการหมัก (fermentation) ในสภาพที่เซลล์ขาดออกซิเจนทำให้ NADH และ FADH₂ ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ ในไมโทคอนเดรียได้ เซลล์จึงแก้ปัญหาโดยใช้สารอื่นมาเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจน จึงทำให้กลไกการสลายสารอาหารดำเนินไปได้ แต่พลังงานที่ได้จะน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้ 2 รูปแบบคือ กระบวนการหมักกรดแลคติก (Lactic fermentation) และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

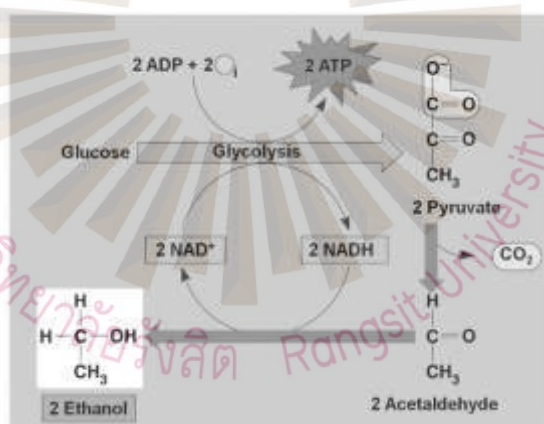
4. การเรียนรู้

4.1 ความรู้

การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีกลไกการเกิดได้ 2 แบบ คือ

1. การหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

alcoholic fermentation พบในแบคทีเรียและยีสต์ ในกระบวนการนี้กรดไพรูวิกที่ได้จากกระบวนการไกลโคลิซิสจะถูกเปลี่ยนเป็นอะซีทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากนั้น acetaldehyde ถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)

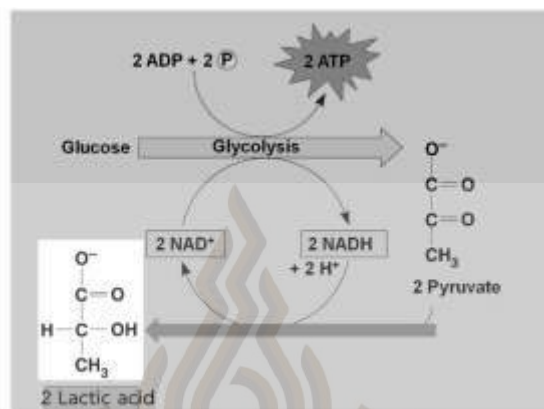


กระบวนการหมักแอลกอฮอล์

ที่มา : <http://eweb.furman.edu/~wworthen/bio111/resp.htm>

2. การหมักกรดแลคติก (Lactic acid fermentation)

พบในแบคทีเรียบางชนิด ในคนพบในเซลล์กล้ามเนื้อในสภาพที่ขาดออกซิเจนหรือมีปริมาณออกซิเจนน้อย เช่นทำงานหนักหรือออกกำลังกาย กรดไพรูวิกจะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เกิดเป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ดังภาพกระบวนการหมักแลคติก



กระบวนการหมักกรดแลคติก

ที่มา : <http://eweb.furman.edu/~wworthen/bio111/resp.htm>

การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิเล็กตรอนไม่ได้ผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ดังนั้นพลังงาน ATP ที่ได้จึงเกิดน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน พลังงาน ATP ที่เกิดขึ้นจะได้มาจากขั้นตอนไกลโคลิซิส 2 ATP ส่วนกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะถูกปล่อยออกจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังตับเพื่อสังเคราะห์กลับเป็นน้ำตาลกลูโคสซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้

การทดลองเรื่อง การหมักโยเกิร์ต

อุปกรณ์

1. นมวัว (นมสด)
2. โยเกิร์ตธรรมชาติ
3. น้ำตาลทราย
4. หม้อ
5. ทัพพี
6. ภาชนะใส่โยเกิร์ต

วิธีการทดลอง

1. นำนมสดมาต้มในหม้อจนมีอุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาเซลเซียส
2. ใส่โยเกิร์ตธรรมชาติและน้ำตาลทรายลงไปจากนั้น คนให้เข้ากัน
3. ตักใส่ภาชนะที่เตรียมไว้

4. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.2 ทักษะกระบวนการ

1) ความสามารถในการสื่อสาร

- นักเรียนสามารถนำเสนอกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้ในขณะทำกิจกรรมและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

- นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเสนอหน้าชั้นเรียนได้

2) ความสามารถในการคิด

- นักเรียนสามารถวิเคราะห์กระบวนการหมักเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา

- นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาตอบคำถาม หรือแก้ไขความขัดแย้งต่าง ๆ

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนร่วมงานปรับตัวและ แก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นจริง เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (จิตวิทยาศาสตร์)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ☐ ซื่อสัตย์สุจริต ☒ มีวินัย ☒ ใฝ่เรียนรู้
☐ อยู่อย่างพอเพียง ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน ☐ รักความเป็นไทย ☐ มีจิตสาธารณะ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1) ครูกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนโดยบอกกับนักเรียนว่าในคาบนี้จะเป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ โดยการทำทดลอง

2) ครูเปิดภาพยนตร์สารคดีสั้น เรื่องการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

<https://www.youtube.com/watch?v=SmB3ndgfbfE>

3) ครูกล่าวเชื่อมโยงความรู้เรื่องกระบวนการหมักกับอาหารในชีวิตประจำวันเช่น ไวน์และโยเกิร์ต

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

1) ครูให้ความรู้เรื่องกระบวนการหมัก รวมถึงอธิบายเกี่ยวกับการทดลองเรื่อง การหมักโยเกิร์ตกับนักเรียนโดยใช้สื่อ power point

2) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน จำนวน 7 กลุ่ม

3) นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การหมักโยเกิร์ต พร้อมบันทึกผลการทดลอง

4) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังแนวความคิดรูปตัววี โดยเขียนลงในใบกิจกรรม แผนผังรูปตัววี

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และร่วมอภิปรายหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับผลงานจากการทดลอง เรื่อง การหมักโยเกิร์ต

2) ครูร่วมกับนักเรียนสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้ในวันนี้ว่าการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือเรียกว่ากระบวนการหมัก (fermentation) ในสภาพที่เซลล์ขาดออกซิเจนทำให้ NADH และ FADH₂ ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ ในไมโทคอนเดรียได้ เซลล์จึงแก้ปัญหาโดยใช้สารอื่นมาเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจน จึงทำให้กลไกการสลายสารอาหารดำเนินไปได้ แต่พลังงานที่ได้จะน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้ 2 รูปแบบคือ กระบวนการหมักกรดแลกติก (Lactic fermentation) และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง กระบวนการหมัก ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น และให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักแอลกอฮอล์และการหมักกรดแลกติกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักกรดแลกติก ได้แก่

- ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากน้ำนม เช่น โยเกิร์ต (yogurt) นมเปรี้ยว
- ผลิตภัณฑ์หมักจากเนื้อสัตว์ เช่น ซาลามิ (salami) เปปเปอร์โรนี (pepperoni) แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว
- ผลิตภัณฑ์หมักจากผัก ผลไม้ เช่น ผักผลไม้ดอง กิมจิ (kimchi) แตงดอง (pickle) ซาวเคราท์ (Sauerkraut)
- ผลิตภัณฑ์หมักจากถั่วเหลือง (soy bean) เช่น ซีอิ๊ว (fermented soy sauce) เต้าเจี้ยว

และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ ได้แก่

- ข้าวหมาก เบียร์ สุรา ไวน์ต่าง ๆ

- ขนมอบ้าง

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) (10 นาที)

1) ประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการหมัก

2) ประเมินจากการทำใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง กระบวนการหมัก

3) ครูสังเกตและประเมินการร่วมกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน จากแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

3) ครูประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคลจากการสังเกตขณะเรียน โดยใช้แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

6. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2) สื่อ PowerPoint เรื่อง กระบวนการหมัก

3) ใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง กระบวนการหมัก

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	แบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการหมัก	ครู	ทำได้ถูกต้อง 70% ขึ้นไป
สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	ครู	ได้ไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพ 4 คือ ดี
การสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบการสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ครู	ได้ไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพ 4 คือ ดี

8. ประเด็นที่สามารถนำไปใช้ทำวิจัยในชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาววาสนา ช้างเพชร)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

10. ข้อเสนอแนะจากครูผู้ควบคุม/ครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(.....)

ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ครูผู้สอน นางสาววาสนา ช้างเพชร
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมัก เวลา 2 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
ความสามารถ ในการสื่อสาร	-การใช้สำนวนภาษาดีถูกต้อง					
	-รูปแบบการนำเสนอน่าสนใจ					
	-ความเข้าใจในเนื้อหาที่น่าสนใจ					
	-เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์					
	-เนื้อหาถูกต้อง					
ความสามารถ ในการคิด	-การคิดวิเคราะห์ระหว่างทำกิจกรรม					
	-คิดเป็นระบบในการสรุป					
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	-การสืบเสาะหาความรู้					
ความสามารถในการใช้ ทักษะชีวิต	-ทำงานร่วมกับผู้อื่น ปรับตัว แก้ไข สถานการณ์เฉพาะหน้า					
ความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี	-การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล					

ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	ปรับปรุง

แบบประเมินใบกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ครูผู้สอน นางสาววาสนา ช้างเพชร
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมัก เวลา 2 คาบ

เลขที่	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน (6 คะแนน)	สะอาด เรียบร้อย (2 คะแนน)	ตรงต่อเวลา (2 คะแนน)	รวมคะแนน (10)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

เลขที่	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน (6 คะแนน)	สะอาด เรียบร้อย (2 คะแนน)	ตรงต่อเวลา (2 คะแนน)	รวมคะแนน (10)
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

เกณฑ์การประเมินผลใบกิจกรรม	9 คะแนนขึ้นไป อยู่ในระดับ	ดีมาก
	6 คะแนน อยู่ในระดับ	พอใช้
	ต่ำกว่า 4 คะแนน อยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบกิจกรรม (Rubric scoring)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่สอดคล้องกับคุณภาพของใบงานในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน
1. เนื้อหาถูกต้อง (6 คะแนน)	☐ ถูกต้องทุกประเด็น ครบถ้วน (6 คะแนน) ☐ ถูกต้องทุกประเด็น ไม่ครบถ้วน (5 คะแนน) ☐ ผิด 1-2 ประเด็น (4 คะแนน) ☐ ผิด 3 ประเด็น (3 คะแนน) ☐ ผิด 4 ประเด็นขึ้นไป (2 คะแนน)
2. สะอาด เรียบร้อย (2 คะแนน)	☐ เขียนลายมือเป็นระเบียบ เรียบร้อย อ่านง่าย (2 คะแนน) ☐ เขียนลายมือไม่เป็นระเบียบ อ่านยาก (1 คะแนน)
3. ตรงต่อเวลา (2 คะแนน)	☐ ส่งตรงต่อเวลา (2 คะแนน) ☐ ส่งไม่ตรงต่อเวลา (1 คะแนน)

ใบกิจกรรมเรื่อง กระบวนการหมัก

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้แผนผังรูปตัววีในการแก้ปัญหาโจทย์ต่อไปนี้ หากนักเรียนต้องการทำขนมปังไว้รับประทานเองที่บ้านนักเรียนจะเลือกวิธีการหมักแบบใด เพราะเหตุใด

ด้านความคิด	คำถามสำคัญ	ด้านวิธีการ
ทฤษฎี		ข้อความรู้
หลักการ		หลักการ
มโนทัศน์	เหตุการณ์/วัตถุสิ่งของ	การบันทึกข้อมูล

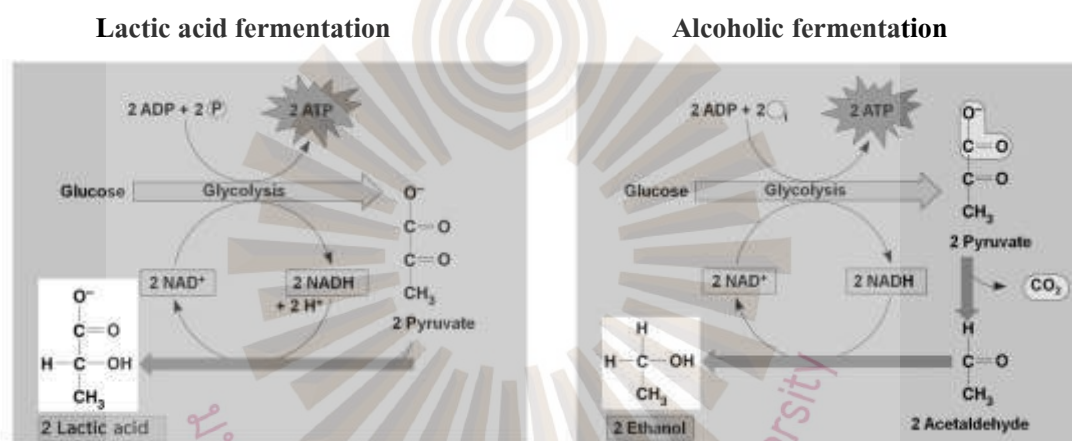
คำตอบ.....

ภาคผนวก ข. 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง กระบวนการหมัก (Fermentation) ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่

ข้อ 4

แผนภาพ กระบวนการหมักกรดแลคติก (Lactic acid fermentation) และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation)



เมื่อนักเรียนอยากทำโยเกิร์ตทานเองที่บ้านนักเรียนคิดว่ากระบวนการหมักที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบใด นอกจากผลิตภัณฑ์ที่เป็น โยเกิร์ตแล้วนักเรียนยังได้สารอื่นออกมาอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข. 3 แบบบันทึกภาคสนามของครู โดยปรับปรุงจากนุสบา เหมกุล, 2559

แบบบันทึกภาคสนามของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30117

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เซลล์และการทำงานของเซลล์

ชื่อผู้สอน นางสาววาสนา ช้างเพชร

คำชี้แจง แบบบันทึกสนามชุดนี้ใช้สำหรับผู้วิจัยจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

ผลการสอน

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

4. ขันขยายความรู้

ผลการสอน

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

5. ชิ้นประเมินผล

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....



ลงชื่อ.....

ผู้สอน (นางสาววาสนา ช้างเพชร)

วันที่.....

The logo of Rangsit University is a circular emblem. At the top is a stylized flame or sunburst. Below it, a circle is formed by numerous triangular rays of varying lengths, creating a sunburst effect. The text "มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University" is written in a circular path around the bottom half of the emblem.

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ก. 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน
ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ก. 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผัง
แนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง	ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปล ความหมาย
		1	2	3		
1. ไกลโคไลซิส	หาก DHAP ไม่สามารถ เปลี่ยนไปเป็น (G3P) จะมีผลต่อ การเกิดกรดไพรูวิกหรือไม่ เพราะเหตุใด	0	1	1	0.67	ใช้ได้
2. การสร้างอะซิทีล โคเอนไซม์เอ และวัฏจักรเครบส์	หากกรดไพรูวิกไม่เข้าสู่ กระบวนการสร้างอะซิทีลโคเ จะเกิดอะไรขึ้น เพราะเหตุใด	1	1	1	1	ใช้ได้
3. กระบวนการ ถ่ายโอนอิเล็กตรอน	นักเรียนคิดว่ากระบวนการ หายใจระดับเซลล์ที่เกิดขึ้นใน เซลล์ตับจะได้ ATP สุทธิออกมา กี่ ATP เพราะเหตุใด	0	1	1	0.67	ใช้ได้
4. กระบวนการ หมัก	เมื่อนักเรียนอยากทำโยเกิร์ตทาน เองที่บ้านนักเรียนคิดว่า กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นจะ เป็นแบบใด นอกจากผลิตภัณฑ์ที่ เป็นโยเกิร์ตแล้วนักเรียนยังได้ สารอื่นออกมาอีกหรือไม่ เพราะ เหตุใด	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ค 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ข้อ โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ ดังนี้ เรื่อง ไกลโคไลซิส มีค่า IOC เท่ากับ 0.67 เรื่อง การสร้างแอซิทิล โคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ มีค่า IOC เท่ากับ 1 เรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน มีค่า IOC เท่ากับ 0.67 และ เรื่อง กระบวนการหมัก มีค่า IOC เท่ากับ 1 จากแบบทดสอบทั้ง 4 ข้อ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ และข้อควรปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น



ตารางที่ ค 1.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัตถุประสงค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
1.	ข้อใดคือสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไกลโคไลซิส ก. ATP, FADH ₂ และ กรดไพรูวิก ข. NADH, CO ₂ และ กรดไพรูวิก ค. ATP, NADH และ กรดไพรูวิก ง. FADH ₂ , CO ₂ และ กรดไพรูวิก	ความจำ	1	1	1	1
2.	CO ₂ ส่วนใหญ่จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน เพียงพอจะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการใด ก. Glycolysis ข. acetyl coenzyme A ค. Krebs cycle ง. Electron Transport chain	ความจำ	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
3.	ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ NADH ที่ได้ จากกระบวนการไกลโคไลซิส จะเข้าสู่กระบวนการใดต่อไป ก. acetyl coenzyme A ข. Fermentation ค. Krebs cycle ง. Electron Transport chain	ความจำ	1	1	1	1
4.	หากกลูโคสเข้าสู่กระบวนการไกลโคไลซิส 5 โมเลกุล จะได้กรดไพรูวิกออก มากี่โมเลกุล ก. 5 โมเลกุล ข. 10 โมเลกุล ค. 15 โมเลกุล ง. 20 โมเลกุล	การวิเคราะห์	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
5.	เมื่อกลูโคส 2 โมเลกุลผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส กระบวนการสร้างแอสิดไพรูวิกและวัฏจักรเครบส์จะได้ NADH รวมทั้งหมดออกมาก็โมเลกุล ก. 5 โมเลกุล ข. 10 โมเลกุล ค. 15 โมเลกุล ง. 20 โมเลกุล	การวิเคราะห์	1	1	1	1
6.	กระบวนการใดของการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอที่ไม่ได้เกิดขึ้นที่ไมโทคอนเดรีย ก. Glycolysis ข. acetyl coenzyme A ค. Krebs cycle ง. Electron Transport chain	ความเข้าใจ	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
7.	สารใดต่อไปนี้เป็นไอโซเมอร์กัน ก. NADH กับ FADH_2 ข. NADH กับ G3P ค. DHAP กับ G3P ง. DHAP กับ NADH	ความเข้าใจ	0	1	1	0.67
8.	ในกระบวนการไกลโคไลซิสของกลูโคส 1 โมเลกุล ATP ถูกใช้ไปกี่โมเลกุล ก. 1 โมเลกุล ข. 2 โมเลกุล ค. 3 โมเลกุล ง. 4 โมเลกุล	ความเข้าใจ	1	1	1	1
9.	กระบวนการใดของการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอที่ไม่มี ATP เกิดขึ้น ก. Krebs cycle ข. Electron Transport chain ค. Glycolysis ง. acetyl coenzyme A	ความจำ	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
10.	ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างกระบวนการไกลโคไลซิสกับวัฏจักรเครบส์ ก. เกิด NADH ข. เกิด ATP ค. ใช้ ATP ง. เกิด CO ₂	การวิเคราะห์	1	1	1	1
11.	ข้อใดคือความเหมือนกันของกระบวนการไกลโคไลซิสและกระบวนการสร้าง แอซิทิลโคเอนไซม์เอ ก. มี CO ₂ เกิดขึ้นเหมือนกัน ข. เกิดที่ Cytoplasm เหมือนกัน ค. มี ATP เกิดขึ้นเหมือนกัน ง. มี NADH เกิดขึ้นเหมือนกัน	การวิเคราะห์	0	1	1	0.67
12.	ข้อใดไม่ใช่สารตัวกลางในวัฏจักรเครบส์ ก. กรดซิตริก ข. กรดแลคติก ค. กรดออกซาโลเอซิติก ง. กรดซักซินิก	ความเข้าใจ	0	1	1	0.67

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
13.	สำหรับกลูโคส 2 โมเลกุล หากตัวรับอิเล็กตรอนจาก NADH ที่ได้จากกระบวนการไกลโคไลซิส คือ FADH_2 จำนวน ATP สุทธิที่ได้จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์จะเป็นกี่โมเลกุล ก. 36 โมเลกุล ข. 38 โมเลกุล ค. 72 โมเลกุล ง. 76 โมเลกุล	ความเข้าใจ	0	1	1	0.67
14.	สารชนิดใดเมื่อผ่านกระบวนการหายใจระดับเซลล์แล้วไม่ใหพลังงาน ATP ออกมา ก. คาร์โบไฮเดรต ข. โปรตีน ค. ไขมัน ง. วิตามิน	การประยุกต์ใช้	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
15.	กรดไขมันจะถูกกลายเปลี่ยนเป็นแอซิทิล โคเอนไซม์ที่บริเวณใดของเซลล์ ก. Cristae ข. Cytosol ค. Stroma ง. Matrix	ความจำ	1	1	1	1
16.	กระบวนการไกลโคไลซิสเกิดขึ้นที่บริเวณใด ก. Cristae ข. Cytosol ค. Stroma ง. Matrix	ความจำ	1	1	1	1
17.	กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจัดเป็นปฏิกิริยาแบบใด ก. Catabolism ข. Anabolism ค. Endergonic reaction ง. Photophosphorylation	การประยุกต์ใช้	0			0.67

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
18.	กระบวนการที่เกิด ATP มากที่สุดในการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอเกิดขึ้นที่บริเวณใดของไมโทคอนเดรีย ก. Inner membrane ข. Matrix ค. Outer membrane ง. Cytosol	ความเข้าใจ	1	1	1	1
19.	อวัยวะใดต่อไปนี้เป็นที่เกิดกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอแล้วได้พลังงาน ATP ออกมาทั้งสิ้น 36 ATP ก. เซลล์ตับ ข. เซลล์สมอง ค. เซลล์ไต ง. เซลล์หัวใจ	ความเข้าใจ	0	1	1	0.67

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
20.	ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอได้ถูกต้อง ก. Glycolysis, Krebs cycle, acetyl coenzyme A ข. Krebs cycle, Electron Transport chain, Glycolysis ค. Glycolysis, Krebs cycle, Electron Transport chain ง. Krebs cycle, Glycolysis, acetyl coenzyme A	ความเข้าใจ	1	1	1	1
21.	สารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์คือสารใด ก. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ข. $\text{ATP} + \text{CO}_2$ ค. $\text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$ ง. $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{ATP}$	ความจำ	0	1	1	0.67
22.	ออกซิเจนเข้าไปเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในขั้นตอนใด ก. Glycolysis ข. acetyl coenzyme A ค. Krebs cycle ง. Electron Transport chain	ความเข้าใจ	0	1	1	0.67

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
23.	โปรตีนที่เป็นตัวนำพาอิเล็กตรอนในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ก. complex ข. cristae ค. matrix ง. ribosome	ความจำ	1	1	1	1
24.	กระบวนการหมักแบบใดที่มีแสงเกิดขึ้น และแสงนั้นก่อให้เกิดชนิดใด ก. กระบวนการหมักกรดแลคติก แสงที่เกิดขึ้นคือ O_2 ข. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ แสงที่เกิดขึ้นคือ O_2 ค. กระบวนการหมักกรดแลคติก แสงที่เกิดขึ้นคือ CO_2 ง. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ แสงที่เกิดขึ้นคือ CO_2	ความเข้าใจ	1	1	1	1
25.	สารใดในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ ก. ATP ข. acetaldehyde ค. NADH ง. OAA	การประยุกต์ใช้	0	1	1	0.67

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
26.	ข้อใดคือผลิตภัณฑ์ของกระบวนการหมักกรดแลกติก ก. ขนบแป้ง ข. ไวน์ ค. กิมจิ ง. ข้าวหมาก	การวิเคราะห์	1	1	1	1
27.	ข้อใดจับคู่กระบวนการหมักกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง ก. กระบวนการหมักกรดแลกติก - ขนบแป้ง ข. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ – แดงกวาดอง ค. กระบวนการหมักกรดแลกติก - โยเกิร์ต ง. กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ - นมเปรี้ยว	ความเข้าใจ	1	1	1	1
28.	กระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอเกิดขึ้นใน ภาวะใด และส่วนใดของร่างกายคน ก. หลังออกกำลังกาย - กล้ามเนื้อลาย ข. หลังออกกำลังกาย – เลือด ค. หลังทานอาหารอิ่ม – กล้ามเนื้อลาย ง. หลังทานอาหารอิ่ม – เลือด	การประยุกต์ใช้	1	1	1	1

ข้อที่	เนื้อหา/ข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่1	คนที่2	คนที่3	
29.	กระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและไม่เพียงพอ มีกระบวนการใดที่เหมือนกัน ก. Glycolysis ข. acetyl coenzyme A ค. Krebs cycle ง. Electron Transport chain	ความจำ	1	1	1	1
30.	กระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอเกิดขึ้นที่ใด ก. Inner membrane ข. Matrix ค. Outer membrane ง. Cytosol	ความจำ	1	1	1	1
เฉลี่ย						0.90

จากตารางที่ ค 1.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ชื่อ โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการประเมินตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบทั้ง 30 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในรายวิชาชีววิทยา ทั้งฉบับมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.90 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้” ทุกข้อ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ และข้อควรปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น



ตารางที่ ค. 2.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย	แปลผล
1	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
2	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.33	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
3	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
4	0.53	ยากพอเหมาะ	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
5	0.50	ยากพอเหมาะ	0.40	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
6	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
7	0.47	ยากพอเหมาะ	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
8	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
9	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
10	0.53	ยากพอเหมาะ	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
11	0.30	ค่อนข้างยาก	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
12	0.43	ยากพอเหมาะ	0.40	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
13	0.43	ยากพอเหมาะ	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
14	0.33	ค่อนข้างยาก	0.33	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
15	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
16	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
17	0.27	ค่อนข้างยาก	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
18	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.40	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
20	0.53	ยากพอเหมาะ	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้

ตารางที่ ค. 2.1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย	แปลผล
21	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
22	0.50	ยากพอเหมาะ	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
23	0.43	ยากพอเหมาะ	0.33	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
24	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.33	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
25	0.27	ค่อนข้างยาก	0.53	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
26	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
27	0.57	ยากพอเหมาะ	0.40	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
28	0.33	ค่อนข้างยาก	04.0	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
29	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.33	จำแนกได้ดี	ใช้ได้
30	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.37	จำแนกได้ดี	ใช้ได้

The logo of Rangsit University is a circular emblem. At the top is a stylized flame or sunburst. Below it, a circle is formed by numerous triangular rays of varying lengths, creating a sunburst effect. The text "มหาวิทยาลัยรังสิต" is written in Thai script along the bottom arc of the circle, and "Rangsit University" is written in English along the bottom arc.

ภาคผนวก ง

รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ

ภาคผนวก ง. 1 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง ไกลโคไลซิส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ ง. 1.1 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง ไกลโคไลซิส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low 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	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
5	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
6	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
7	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
8	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
9	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
10	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
11	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
12	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
13	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
14	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
15	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
16	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
17	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
18	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
19	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
20	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
21	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
22	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
23	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
24	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
25	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
26	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
27	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
28	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
29	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
30	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
31	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
32	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
33	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
34	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
35	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
36	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
37	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
38	0.00	16.67	16.67	100.00	0.17	Low Gain
39	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
40	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
41	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
42	0.00	33.33	33.33	100.00	0.33	Medium Gain
43	16.67	33.33	16.67	83.33	0.20	Low Gain
44	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
45	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain

ตารางที่ ง. 1.2 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง การสร้างแอชิติลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
2	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
3	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
4	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
5	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
6	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
7	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
8	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
9	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
10	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
11	50.00	83.33	33.33	50.00	0.67	Medium Gain
12	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
13	50.00	83.33	33.33	50.00	0.67	Medium Gain
14	50.00	83.33	33.33	50.00	0.67	Medium Gain
15	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
16	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
17	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
18	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
19	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
20	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
21	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
22	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
23	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
24	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
25	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
26	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
27	50.00	66.67	16.67	50.00	0.33	Medium Gain
28	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
29	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
30	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
31	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
32	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
33	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
34	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
35	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
36	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
37	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
38	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
39	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
40	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
41	16.67	50.00	33.33	83.33	0.40	Medium Gain
42	33.33	50.00	16.67	66.67	0.25	Low Gain
43	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
44	33.33	66.67	33.33	66.67	0.50	Medium Gain
45	50.00	83.33	33.33	50.00	0.67	Medium Gain

ตารางที่ ง. 1.3 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
2	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
3	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
4	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
5	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
6	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
7	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
8	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
9	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
10	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
11	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
12	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
13	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
14	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
15	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
16	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
17	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
18	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
19	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
20	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
21	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
22	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
23	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High 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

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
26	50.00	83.33	33.33	50.00	0.67	Medium Gain
27	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
28	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
29	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
30	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
31	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
32	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
33	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
34	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
35	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
36	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium Gain
37	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
38	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	High Gain
39	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
40	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium 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
43	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
44	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
45	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain

ตารางที่ ง. 1.4 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววีเรื่อง กระบวนการหมัก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
1	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
2	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
3	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
4	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
5	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
6	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
7	50.00	100.00	50.00	50.00	1.00	High Gain
8	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
9	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
10	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
11	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
12	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
13	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
14	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
15	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
16	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
17	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
18	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
19	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
20	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
21	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
22	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
23	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
24	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
25	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalize Gain	Level
26	16.67	83.33	66.67	83.33	0.80	High Gain
27	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
28	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
29	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
30	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
31	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
32	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
33	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
34	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
35	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
36	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
37	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
38	33.33	83.33	50.00	66.67	0.75	High Gain
39	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
40	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
41	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
42	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
43	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain
44	33.33	100.00	66.67	66.67	1.00	High Gain
45	16.67	100.00	83.33	83.33	1.00	High Gain

ภาคผนวก จ

รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงคุณภาพ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก จ. 1 ตัวอย่างแบบบันทึกภาคสนามของครู

แบบบันทึกภาคสนามของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วันที่ 2 เดือน กันยายน พ.ศ.2562 เวลา 10.10--11:50 น.

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชาชีววิทยา

รหัสวิชา ว30117

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เซลล์และการทำงานของเซลล์

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไกลโคไลซิส

ผู้สอน นางสาววาสนา ช้างเพชร

คำชี้แจง แบบบันทึกสนามชุดนี้ใช้สำหรับผู้วิจัยจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ผลการสอน

- นักเรียนส่วนใหญ่สนใจกับการสอนร่วมกันตอบคำถามที่ครูถาม

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

- ยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่ค่อยสนใจกับการสอน ยังเล่น ยังไม่พร้อมตั้งใจเรียน

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

- ครูควรเดินให้ทั่วห้องและเน้นเดินไปที่นักเรียนคนที่ไม่ตั้งใจเรียน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

ผลการสอน

- ครูสอนเรื่อง “ไกลโคไลซิส”
- ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง “ไกลโคไลซิส”

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

- นักเรียนไม่ไม่ค่อยพอใจกับการจัดกลุ่มที่ครูผู้สอนเป็นคนจัดให้

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเองแต่ต้องคละชาຍ-หญิง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ผลการสอน

- ครูให้นักเรียนนำเสนอใบกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันทำ และร่วมกับนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนในคาบนี้

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

- ในระหว่างการนำเสนอ กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอค่อนข้างไม่สนใจกลุ่มที่กำลังนำเสนออยู่

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

- ครูรวบรวมผลงานทั้งหมดไว้ที่ตนเองก่อนจะมีการนำเสนอ และสุ่มเลขที่ถามเกี่ยวกับข้อมูลที่กำลังนำเสนออยู่

4. ขยายความรู้

ผลการสอน

- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนในคาบนี้

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

- นักเรียนบางคนไม่กล้าถามในห้องเรียนแต่มีการถามนอกเวลาเรียน

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

- ครูควรแจกกระดาษใบเล็ก ๆ เพื่อให้นักเรียนเขียน ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของคาบเรียนนี้

5. ประเมินผล

ผลการสอน

- ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ไกลโคไลซิส”

ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่องที่พบ

- นักเรียนส่วนใหญ่ยังสับสนกับการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

- ครูสอนซ้ำ

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

(นางสาววาสนา ช้างเพชร)

วันที่.....

ภาคผนวก จ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



ภาพ จ. 1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดรูปตัววีเรื่อง กระบวนการหมัก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	วาสนา ช้างเพชร
วัน เดือน ปีเกิด	16 กุมภาพันธ์ 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา, 2559 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2562
ทุนการศึกษา	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สกว.) ระยะที่ 3 รุ่นที่ 6 ประเภท Premium ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
ที่อยู่ปัจจุบัน	189 หมู่ 2 ตำบลไร่เก่า อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77180

