



การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
วิทยาลัยครูสุริยเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562



**THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENTS' PARTICIPATION AND  
LEARNING ACHIEVEMENT BY USING PROBLEM-BASED  
LEARNING (PBL)**

**BY  
KANJANA KUASIT**

**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

การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

โดย  
กาญจนา ก้าวสิทธิ์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

ผศ.ดร.นิสา พักตร์วิไล  
ประธานกรรมการสอบ

รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ  
กรรมการ

ผศ.ดร.ธเนศ พงศ์ธีรรัตน์  
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ. ร.ต. หญิง ดร. วรฉัตร สุขสาคร)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
4 มิถุนายน 2563

Thesis entitled

**THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENTS' PARTICIPATION AND  
LEARNING ACHIEVEMENT BY USING PROBLEM-BASED  
LEARNING (PBL)**

by

KANJANA KUASIT

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

Assoc. Prof. Kanchana Chanprasert, Ed.D.

Member

---

Asst.Prof.Tanett Pongtheerat, 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

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ศศ.ดร.ชเนศ พงษ์ธีรัตน์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย และ อาจารย์ประจำหมวดวิชาชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ครูพี่เลี้ยง นางวไลภรณ์ อรรถศิริและผู้ช่วยวิจัย นางสาวศุภลักษณ์ ห้วยหงษ์ทอง ครูวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา ประจำโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศศ.ดร.นิสา พัทธ์วิไล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ช่วยกรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงให้คำแนะนำในการแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้สนับสนุนทุนความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

สุดท้ายนี้ขอโน้มระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ และขอโน้มระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาทั้งหมด

กาญจนา ก้าวสิทธิ์  
ผู้วิจัย

6106137 : กาญจนา ก้วสิทธิ์  
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน  
 หลักสูตร : ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชเนศ พงศ์ธีรรัตน์

### บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาค้นคว้านี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 25 คน ณ โรงเรียนขนาดใหญ่ในจังหวัดปทุมธานี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์จำนวน 4 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบบันทึกภาคสนาม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 และแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการหาค่า normalized gain และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ One sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสำรวจทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก 2) นักเรียนมีคะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.61 และมีผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายบุคคลในเกณฑ์สูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 6, 17 และ 2 คน ตามลำดับ และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับ “มาก” ค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามความพึงพอใจเท่ากับ 3.65

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 167 หน้า)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL), การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

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

6106137 : Kanjana Kuasit  
 Thesis Title : The Development of Grade 10 Students' Participation and Learning Achievement by Using Problem-Based Learning (PBL)  
 Program : Master of Arts in Teaching Science  
 Thesis Advisor : Asst. Prof. Tanett Pongtheerat, Ph.D.

### Abstract

The objectives of this research were to develop grade 10 students' participation in biology, to compare their learning achievement in the subject with the average score of 70% specified by the school's criteria, and to explore student satisfaction towards problem-based learning (PBL) instruction. The samples were 25 grade 10 students at a large-sized school in Pathumthani Province during the first semester of the academic year 2019, the number of which was obtained from purposive sampling. The research instruments were four problem-based learning (PBL) lesson plans on cellular respiration, classroom behavior, teaching observation, a field note, a learning achievement test used as a pretest and posttest with a confidence interval of 0.93, and student participation observation. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, t-test, and normalized gain.

The research findings showed that the mean scores of student participation observation of grade 10 students after the instruction with problem-based learning (PBL) was at a very good level. The average normalized gain of the classroom scores was 0.61 higher than that of the pretest. The normalized gains of 6, 17, and 2 students were classified as high, medium, and low respectively. The posttest mean score was higher than the average score of 70 % specified by the school's criteria with a significance level of .01. Student satisfaction was high with a mean score of 3.65.

(Total 167 pages)

Keywords: Problem-Based Learning (PBL), Student Participation

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

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
<b>บทที่ 1</b>	
<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	7
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	8
1.5 นิยามศัพท์	10
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>12</b>
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	12
2.2 การหายใจระดับเซลล์	19
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning: PBL	25
2.4 ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	31
2.5 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	32
2.6 ทักษะในศตวรรษที่ 21	35
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38



## สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
<b>บทที่ 3</b>	<b>ระเบียบวิธีการวิจัย</b>	<b>43</b>
	3.1 บริบทและสภาพทั่วไปของ โรงเรียน	43
	3.2 รูปแบบการวิจัย	46
	3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	58
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการวิจัย</b>	<b>61</b>
	4.1 ผลการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์	61
	4.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน	82
	4.3 ผลความพึงพอใจ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน	85
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>90</b>
	5.1 สรุปผลการวิจัย	90
	5.2 ข้อเสนอแนะ	96
<b>บรรณานุกรม</b>		<b>97</b>
<b>ภาคผนวก</b>		<b>103</b>
	ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	104
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	110
	ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	152

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ง	รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ	157
ภาคผนวก จ	ตัวอย่างภาพกิจกรรมจัดการเรียนรู้	163
ประวัติผู้วิจัย		167



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	47
3.2	50
4.1	66
4.2	71
4.3	76
4.4	83
4.5	83
4.6	84
4.7	86

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างทางเคมีของ ATP	20
2.2	วัฏจักรของ ATP	21
2.3	วัฏจักรการสร้าง NADH จาก NAD <sup>+</sup> และ FADH <sub>2</sub> จาก FAD	21
2.4	ขั้นตอนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน	22
2.5	ขั้นตอนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	22
2.6	กระบวนการไกลโคไลซิส	23
2.7	The Action Research Spiral	35
2.8	กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	37
4.1	ผลการเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์	84

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์ (Science) ที่มาจากคำว่า Scientia ในภาษาลาติน แปลว่า ความรู้ (Knowledge) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ก็คือความรู้ต่าง ๆ และเมื่อพิจารณาถึงรากศัพท์โดยสรุปวิทยาศาสตร์ หมายถึงองค์ความรู้ที่มีระบบ และจัดไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ กล่าวคือตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคสมัยนี้ที่วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต การงาน อาชีพ ข้าวของเครื่องใช้รวมถึงผลผลิตต่าง ๆ ล้วนเต็มไปด้วยความสะดวกสบายในการทำงานและการดำเนินชีวิตที่มีผลมาจากวิทยาศาสตร์ ความรู้ การคิดวิจยต่าง ๆ จึงกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยที่ทำให้เกิดเทคโนโลยีและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับมนุษย์ เมื่อก้าวถึงวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยสร้างความคิดที่พัฒนาให้มนุษย์เกิดการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ มีทักษะและศึกษาหาความรู้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ วัฒนธรรมสมัยใหม่ ที่เป็นสังคมแห่งการค้นคว้าและเรียนรู้ ทำให้ทุกคนจำเป็นต้องศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ เพื่อที่จะมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีในปัจจุบันอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผลและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันนี้ได้มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ โดยทั้งหมดนี้ล้วนมีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยีทั้งสิ้น และเหตุผลที่สำคัญอีกหนึ่งข้อ คือ วิทยาศาสตร์ช่วยให้คนในปัจจุบันนี้มีชีวิตอยู่บนความเป็นจริง มีการคิดวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล ทุกอย่างตั้งอยู่บนรากฐานแห่งการไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ถึงแม้จะมีประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้งมากมาย แต่วิทยาศาสตร์ก็สามารถที่จะคัดกรองและหาความจริงเข้ามาเป็นตัวช่วยในการยืนยัน เพื่อให้เราสามารถดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี วิทยาศาสตร์สอนให้คนรู้จักคิดและพัฒนา (วรวิวัฒน์ ทิพจ้อย, 2557) เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานตรวจสอบได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ระบุว่า

การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้คู่ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษาโดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การศึกษาเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ดังพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานแก่ครูใหญ่ และนักเรียน ณ ศาลาดุสิดาลัย พระราชวังดุสิต เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 ว่า “การศึกษาเป็นเครื่องมืออันสำคัญในการพัฒนา ความรู้ ความคิด ความประพฤติ ทักษะคิด ค่านิยม และคุณธรรมของบุคคล เพื่อให้เป็นพลเมืองดีมีคุณภาพและประสิทธิภาพ การพัฒนาประเทศก็ย่อมสะดวกราบรื่น ได้ผลที่แน่นอนและรวดเร็ว” (พสกยา เครือแสง, 2558, น. 54) และโดยเฉพาะในสังคมปัจจุบัน ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากเพราะเราต้องก้าวไปเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกอยู่เสมอ ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เป็นต้น การจัดการเรียนรูปแบบการเรียนรู้ควรช่วยส่งเสริมทักษะที่จำเป็นเหล่านี้ โดยเป็นนวัตกรรมหรือแนวคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาคิดเปลี่ยนแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาช่วยจะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน โดยที่นวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการนำแนวคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ มาใช้จัดการเรียนรู้ในหัวข้อต่าง ๆ ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งนวัตกรรมที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 6 ประเภท ประกอบด้วย 1) ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง 2) โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ 3) การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4) การจัดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 5) วิดีทัศน์ตามต้องการ และ 6) เครือข่ายสังคมออนไลน์ สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการนำสื่อวัสดุกราฟิก สื่อโสตทัศน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อวิธีการ มาใช้จัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ครอบคลุม 1) สื่อการสอนประเภทวัสดุ 2) สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ 3) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 4) สื่อการสอนประเภทวิธีการ ซึ่งการประยุกต์ใช้สื่อการสอนต้องเน้นการใช้สื่อการสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา และมีการฝึกปฏิบัติงานสื่อการสอนประเภทวิธีการที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้งาน

เทคโนโลยี มี 5 ประเภท ประกอบด้วย 1) การจัดนิทรรศการ 2) การสาธิต 3) การทดลองในห้องปฏิบัติการ 4) การศึกษานอกสถานที่ และ 5) การจัดทำโครงการงาน (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559, น. 1)

สิ่งที่ครูทุกคนควรตระหนักถึงคือความสำคัญในการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ควบคู่กับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียนซึ่งประกอบไปด้วย 1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี 3) ทักษะชีวิตและอาชีพ นอกจากนี้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แล้วนั้น การพัฒนาให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตและยืนหยัดในโลกอนาคตได้อย่างมีความสุขทั้งด้านการดำเนินชีวิตและด้านหน้าที่การงาน สามารถปรับตัวให้รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่จำเป็นในศตวรรษนี้ (สำนักบริหารงานการศึกษามัชฌมปลาย, 2558) กล่าวคือผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จะต้องมีทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรมใหม่ (Learning and Innovation Skills) หมั่นฝึกฝน พัฒนาตัวเองเรียนให้เกิดทักษะ เรียน โดยการปฏิบัติ (Learning By Doing) การคิดวิเคราะห์ เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะในการสื่อสาร และทักษะแห่งความร่วมมือ หรือเรียกว่า 4C คือ Communication, Collaboration, Creativity และ Critical Thinking และที่ขาดไม่ได้คือ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) เมื่อโลกเปลี่ยน ระบบการศึกษาและแนวทางการเรียนรู้เปลี่ยนในศตวรรษที่ 21 ต้อง “ก้าวข้ามสาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) (Bellanca & Brandt, 2010) ดังนั้น ระบบการศึกษาเรียนรู้จึงจำเป็นต้องปรับกระบวนการปรับกระบวนการเรียนการสอน และปรับกระบวนการพัฒนานักศึกษา เพื่อให้ นักศึกษาสามารถดำรงชีวิตและยืนหยัดในโลกอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เบญจวรรณ ถนอมชชวัช, 2559, น. 211) เนื่องจากรูปแบบการสอนในอดีตนั้น วิธีสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนที่ครูทุกคนคุ้นชินและใช้อยู่เสมอ โดยเป็นวิธีการสอนที่โดยครูเป็นผู้เตรียมศึกษาหาความรู้และนำมาบรรยายให้ผู้เรียนฟัง นักเรียนเป็นฝ่ายมารับผลการศึกษาค้นคว้า นั้น โดยทั่วไปจะเป็นการสื่อความหมายทางเดียว คือ จากครูไปสู่นักเรียน โดยนักเรียนจะมีโอกาสมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย ซึ่งวิธีการสอนในลักษณะนี้ถูกมองว่าเป็นวิธีที่ล้าสมัย ไม่น่าสนใจ ไม่เหมาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ความเป็นพลเมืองดิจิทัล ความเชี่ยวชาญในการค้นคว้าหาข้อมูล ความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยี (วิชัย วงศ์สุวรรณ, 2559, น. 12) นอกจากนี้กรอบแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พศ.2551-2565) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะ ของบัณฑิตรุ่นใหม่ ในด้านความรู้ ว่าบัณฑิตต้องมีหลักคิดทางวิชาการในศาสตร์ที่ตนศึกษาและสามารถ

เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง มีความสามารถในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม มีนิสัยใฝ่รู้ มีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ให้เหมาะสมกับ บริบททางสังคมมีความเท่าทันกับความเคลื่อนไหวและความก้าวหน้าในศาสตร์ที่ศึกษาและในด้านทักษะ ต้องมีคุณลักษณะ การเป็นนักคิด มีกระบวนการคิด มีทักษะในการสืบหาข้อมูล การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี การเรียนรู้ผ่านสื่อต่าง ๆ สามารถ ใช้วิจารณ์ญาณต่อข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ มีการตีค่าและใช้ข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550) และ ปัทมาพร ชลสิทธิ์ และสุชัญญา ฐิโตปการ (2556) ได้กล่าวถึง ผู้เรียนในยุคปัจจุบันว่า ต้องรู้สื่อสาร รู้เทคโนโลยี รู้เรียน รู้รอบ รู้เชื่อมโยง รู้โลก รู้ตน และรู้สำนัก สังคม ชุมชน จะเห็นว่า การจัดการศึกษาไทยล้วนต้องการให้ผู้เรียนรอบรู้เท่าทันเหตุการณ์ทั้งสิ้น ซึ่งบุคคลสำคัญที่จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คือครูผู้สอนนั่นเอง ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนจึงได้เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือในปัจจุบันผู้เรียนคือศูนย์กลางของห้องเรียน ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ ผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อศักยภาพของผู้เรียนอย่างเหมาะสมและมีหน้าที่เป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมมือกันค้นคว้า หรือศึกษาสิ่งที่สนใจ และนักเรียนกับครูจะต้องร่วมมือกันออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ อาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือศึกษาเป็นรายบุคคลเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงหลายรายวิชาเข้าด้วยกัน และผู้สอนจะต้องจัดตารางเวลาให้มากพอแก่การเรียนรู้ นั่นคือลดเวลาพักบรรยายแต่เพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ การศึกษาหาความรู้ต้องเป็นไปอย่างอิสระภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน การศึกษาเพื่อเสริมสร้างนั้น ครูต้องใช้เวลาให้เหมาะสม เพื่อเสริมสร้างรากฐานความรู้ให้นักเรียน โดยต้องมีความตอบสนองต่อความสนใจของนักเรียนที่ต่างกัน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ ทำให้ครูค้นพบความสามารถ และความสนใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ของตนให้ก้าวหน้าต่อไป โดยครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำ ผู้จัดการ และผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น โดยอาจต้องการใช้การสอนหลายรูปแบบ เพื่อสนองความต้องการหรือความสนใจของนักเรียนแต่ละคน สิ่งสำคัญคือการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูต้องสนใจว่าเด็กแสดงความเป็นตัวของตัวเอง และแสดงต่อผู้อื่นอย่างไรบ้าง รวมทั้งต้องสนใจว่าเด็กได้เรียนรู้อะไรบ้าง สร้างโอกาสที่จะประยุกต์ทักษะเชิงบูรณาการข้ามสาระเนื้อหา และสร้างระบบการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นฐาน (Competency-based) สร้างนวัตกรรม และวิธีการเรียนรู้ในเชิงบูรณาการที่มีเทคโนโลยีเป็นตัวเกื้อหนุน การเรียนรู้แบบสืบค้น และวิธีการเรียนจากการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based) เพื่อการสร้างทักษะขั้นสูงทางการคิดแบบมี วิจารณ์ญาณ (ชนพล บรรดาศักดิ์, 2556, น. 177) นอกจากนี้การให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการ แสดงความคิดเห็น การตัดสินใจในการเรียนรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม การฝึกฝนทักษะ การแสวงหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ฝึกการแก้ไขปัญหาและเรียนรู้จากผู้อื่น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนมี



บทบาทและมีส่วนร่วมในชั้นเรียนเป็นกระบวนการสร้างความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียน ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถกำหนดหลักการที่ได้จากการปฏิบัติและสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีหรือหลักการได้อย่างถูกต้อง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง มีการแสดงออกทั้งการเขียนและการพูด (สุเทพ อ่วมเจริญ, 2549 อ้างถึงใน พิสุทธิ อาวีราชกูร์, 2553, น. 8-9) ลักษณะการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้ เช่น ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าปฏิบัติด้วยตนเองในทุกเรื่องตามที่ครูกำหนด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยดำเนินการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้สนุกสนาน ตื่นเต้น มีชีวิตชีวา และทำท่ายอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ผู้เรียนยังต้องมีส่วนร่วมในการเรียนทั้งร่างกาย จิตใจและการคิด ในทุกสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น อย่างเป็นธรรมชาติเหมือนสถานการณ์ในชีวิตจริง และผู้เรียนต้องเรียนทั้งในห้องเรียน (Class) และในสถานการณ์จริง (Reality) เพื่อพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนสามารถตอบคำถามสำคัญ หรือคำถามหลัก (Key Questions) ที่ครูกำหนดจากประสบการณ์ของตนเอง หรือประสบการณ์ในชีวิตจริง ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ว่องไว ในการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง เช่น สามารถจำ พิจารณา ทำตามคำแนะนำของครูได้อย่างดีและทำงานด้วยความร่วมมือร่วมใจ อาจจะทำงานเดี่ยว เป็นคู่ เป็นกลุ่ม ได้ด้วยความเต็มใจและด้วยความพึงพอใจที่ดีต่อกัน กล่าวคือ ต้องเป็นผู้ที่สามารถสร้างความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ กล่าวคือ ครูควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning: PL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมคือผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ฝึกปฏิบัติวางแผนการทำกิจกรรมกลุ่ม แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรายงานผลการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นปัญหาหลังจากการศึกษาเนื้อหาในชั้นเรียน ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มผ่านการทำงานและร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะ หลังจากการจัดกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย (แสงดาว ถิ่นหารวงษ์, 2558)

จากการตระหนักถึงความสำคัญของทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จึงนำไปสู่การหารูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะเหล่านี้ และอีกหนึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับคือ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) หรือ PBL มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดา

ได้นำมาใช้ในกระบวนการสอนเสริมให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีการดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบที่ทำให้มหาวิทยาลัยในอเมริกานำไปเป็นแบบอย่าง (วิชดา วงศ์เจริญ, 2561, น. 12) นอกจากนี้มหาวิทยาลัยในอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอนในโรงเรียนแพทย์และโรงเรียนวิชาชีพ ซึ่งผลที่ออกมาพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PBL สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากรูปแบบการเรียนในลักษณะนี้จะเน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการทำให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตัวเอง และในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะเป็นนักแก้ปัญหาและเป็นนักพัฒนาเพราะผู้เรียนจะมีการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมให้ผสมผสานกับความรู้ใหม่ นอกจากนี้ ทิศนา แจมมณี (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายโดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์จริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาที่รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ และเกิดทักษะการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

จากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การทำงานร่วมกับผู้อื่น มีภาวะผู้นำและเปิดรับความคิดเห็นที่แตกต่างได้ รวมถึงการเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาในเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) เพื่อช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

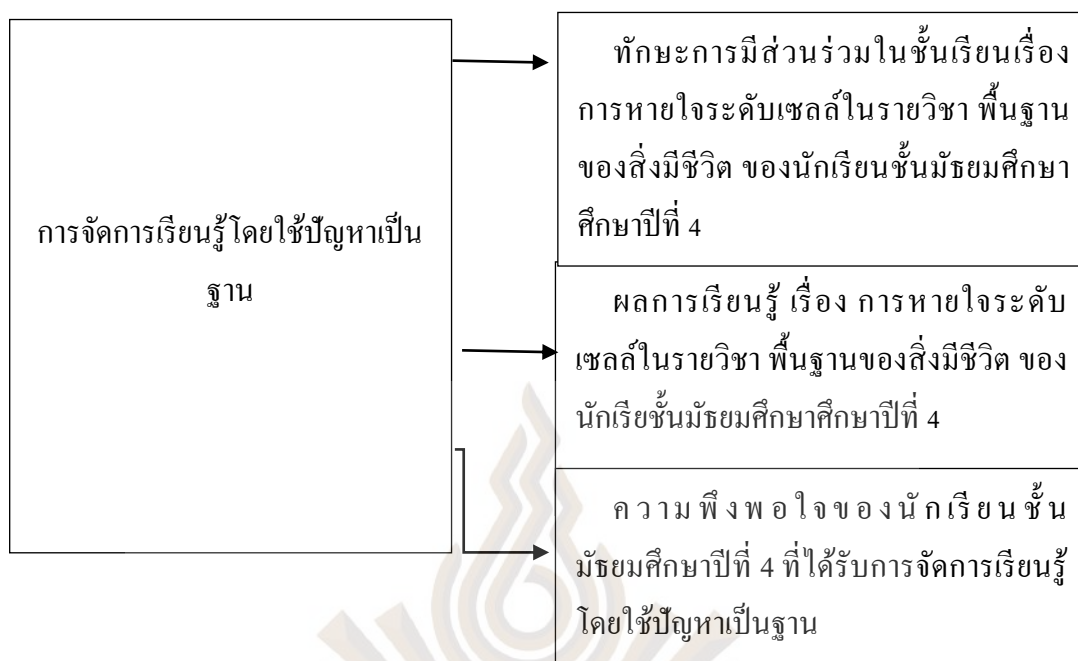
1.3.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนในระดับหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้ผลการเรียนรู้ เรื่องการหายใจระดับเซลล์ในรายวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงขึ้น

1.3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้ความพึงพอใจ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในรายวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงขึ้น

### 1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัย รายวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5.1 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 146 คน ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4/2 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ปทุมธานี โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 1.5.2 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ในวิชาชีววิทยาเล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.5.2.1 การสลายโมเลกุลสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน

1.5.2.2 การสร้าง ATP ตามทฤษฎีเคมีออสโมซิส

### 1.5.3 ขอบเขตตัวแปรที่ต้องการศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.5.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน

### 1.5.4 ขอบเขตที่เกี่ยวกับเวลา

เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2562 โดยเก็บข้อมูลวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนกันยายน 2562 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 9 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

### 1.5.5 ขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

1) นักเรียนทุกคนตอบแบบสอบถามด้วยความเข้าใจและด้วยความจริงใจ

2) การวิจัยครั้งนี้ถือว่าความแตกต่างในเรื่องเพศ ไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการคิด  
 อย่างเป็นระบบและทักษะการแก้ไขปัญหา

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

**การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning: PBL** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตาม  
 แผนการเรียนรู้ 4 แผน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นกำหนดปัญหา ขั้น  
 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปและประเมินค่าของ  
 คำตอบและขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยภายหลังมีการลดขั้นตอนเหลือ 4 ขั้นตอน คือ ขั้น  
 กำหนดปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นสรุปและประเมินคำตอบและขั้นนำเสนอและ  
 ประเมินผลงาน

**ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน** หมายถึง การสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ซึ่งเป็น  
 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและนักเรียน และนักเรียนกับครูผู้สอน ในการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหา  
 เป็นฐาน แบ่งเป็นการแสดงออก 4 ด้าน คือ ความสนใจ การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น และ  
 การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

**ผลการเรียนรู้** หมายถึง ผลคะแนนจากข้อสอบอัตนัยจำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบนักเรียนก่อน  
 และหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันในการทดสอบ  
 ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

**ความพึงพอใจ** หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการ  
 เรียนรู้เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน  
 ได้แก่ ด้านบรรยากาศ ด้านกิจกรรมการเรียนและด้านประโยชน์ที่ได้รับ

**วิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** หมายถึง วิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนและ  
 ยุทธศาสตร์ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์เป็น โรงเรียนต้นแบบ ใช้จัดการเรียนการสอนใน  
 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี

## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์เพิ่มขึ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในการเรียนและการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ในอนาคต



## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การเรียนรู้แบบ Problem-based Learning : PBL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 2.2 การหายใจระดับเซลล์
- 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning: PBL
- 2.4 ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- 2.5 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 2.6 ทักษะในศตวรรษที่ 21
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

##### 2.2.1 การจัดการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แบ่งการศึกษาเป็น 3 ระดับ ได้แก่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1) ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6) เป็นระดับการศึกษาที่มุ่งเน้นทักษะ พื้นฐานด้านการอ่านการเขียน การคิดคำนวณ การคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมและพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคมและวัฒนธรรมโดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) เป็นระดับการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน มีทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำรงชีวิต มี



ทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงามและมีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ

3) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) เป็นระดับการศึกษาที่มุ่งเน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน ตอบสนองความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน ทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนเองและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำและผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

กรอบภาพรวมของการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2555)

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกายความรู้คุณธรรมมีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการศึกษาต่ออาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จุดหมาย

1) มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2) มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสารการคิดการแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

- 3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีมีความสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
- 4) มีความรักชาติมีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลกยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
- 5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) รักชาติศาสน์กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงานเสรีจักรความเป็นไทยแบบมีจิตสาธารณะ

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

- 1) ภาษาไทย
- 2) คณิตศาสตร์
- 3) วิทยาศาสตร์
- 4) สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
- 5) สุขศึกษาและพลศึกษา
- 6) ศิลปะ
- 7) การงานอาชีพและเทคโนโลยี

## 8) ภาษาต่างประเทศ

### กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

- 1) กิจกรรมแนะแนว
- 2) กิจกรรมนักเรียน
- 3) กิจกรรมเพื่อสังคม

องค์ความรู้ทักษะสำคัญและคุณลักษณะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

วิชาวิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลการคิดวิเคราะห์

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนา คุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระดับที่ผู้เรียนพึงรู้ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกัน คุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

### ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระดับที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัด ประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

- 1) ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)
- 2) ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 6)

### กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานเป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

## สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิด สารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 4 แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและลักษณะของโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และ ทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม กำเนิดของชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากรมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์และหลักการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยม

### ผลการเรียนรู้

อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

### การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

#### ด้านความรู้

- 1) การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ
- 2) ขั้นตอนไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
- 3) กระบวนการหมักแอลกอฮอล์และกระบวนการหมักกรดแลกติก

#### ด้านทักษะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจำแนกประเภท

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

ความอยากรู้อยากเห็น

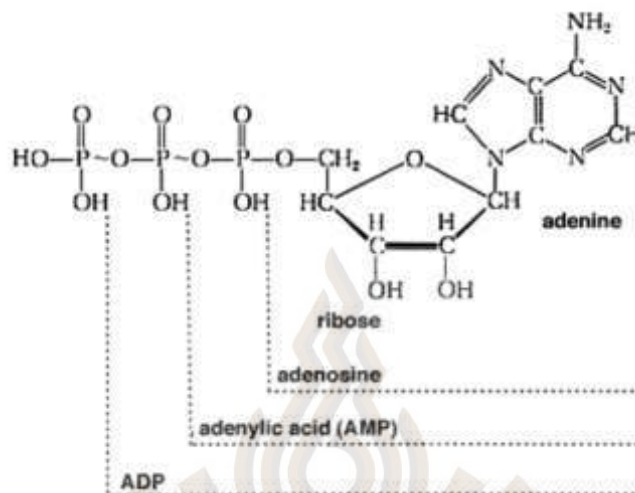
## 2.2 การหายใจระดับเซลล์

การสลายสารอาหารระดับเซลล์หรือการหายใจระดับเซลล์ (cellular respiration) เป็นการผลิตพลังงานจากสารอาหารที่เซลล์ได้รับพลังงานที่ได้จะสะสมอยู่ในรูปของพลังงานพันธะ เมื่อเซลล์ต้องการใช้พลังงานก็จะสลายพันธะเพื่อปลดปล่อยพลังงานออกมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น การนำสารบางชนิดเข้าสู่เซลล์การเคลื่อนที่ เป็นต้น

### 2.2.1 สารให้พลังงานในกระบวนการหายใจระดับเซลล์

สารอินทรีย์ที่สามารถสร้างพันธะเพื่อสะสมพลังงานได้มีหลายชนิด แต่สารอินทรีย์ที่สำคัญมากที่สุดที่ใช้ในการสะสมพลังงานในสิ่งมีชีวิตคือ ATP (Adenosine triphosphate) ชื่อสารอินทรีย์

บอกให้เราทราบว่าสารนี้ประกอบด้วย เบสอะดีนีน (adenine) น้ำตาลไรโบส (ribose) และหมู่ฟอสเฟต 3 หมู่

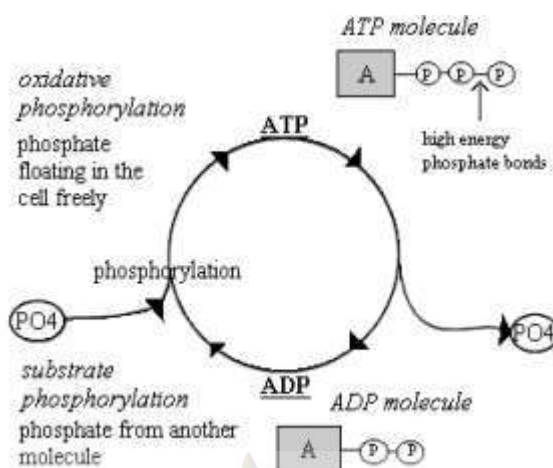


รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของ ATP

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

การเปลี่ยน ATP เป็น ADP จะมีการสลายพันธะระหว่าง หมู่ฟอสเฟตจะสูญเสียฟอสเฟตไป 1 หมู่ สารที่ได้รับฟอสเฟตก็จะมีพลังงานสูงขึ้น เรียกกระบวนการที่สารรวมกับกลุ่มฟอสเฟตว่า ฟอสโฟรีเลชัน (phosphorylation) การปลดปล่อยพลังงานที่สะสมอยู่ในพันธะออกมาโดย ATP ถูกไฮโดรไลต์ไปเป็น ADP (Adenosine diphosphate) และ ADP ถูกไฮโดรไลต์ไปเป็น AMP (Adenosine monophosphate) จะได้พลังงานอิสระอย่างละ 7.3 กิโลแคลอรี/โมล ในทางกลับกันการสร้าง ADP จาก AMP และ ATP จาก ADP ต้องใช้พลังงาน 7.3 กิโลแคลอรี/โมล เช่นกัน แต่ถ้า AMP ถูกเปลี่ยนไปเป็น Adenosine

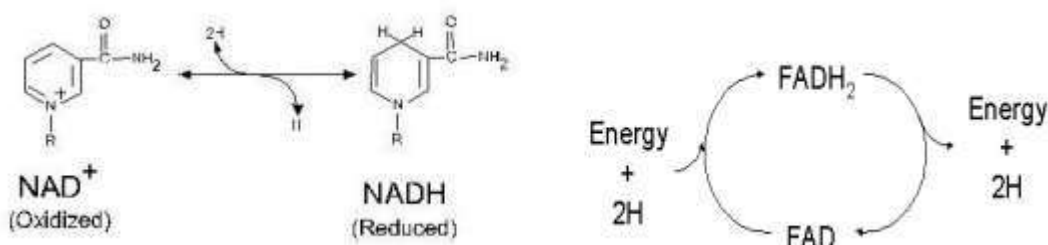




รูปที่ 2.2 วัฏจักรของ ATP

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

เนื่องจาก ATP มีความสำคัญมากในการสร้างพลังงานภายในเซลล์ เซลล์จึงต้องสร้าง ATP ขึ้นมาใหม่ตลอดเวลา ร่างกายของคนเราประกอบด้วยเซลล์ประมาณ 20-30 ล้านล้านเซลล์ แต่ละเซลล์จะต้องสลาย ATP ประมาณ 1-2 พันล้าน โมเลกุลให้เป็น ADP ทุก ๆ นาทีหรือเทียบเท่ากับน้ำหนักถึงประมาณ 40 กิโลกรัมต่อวันเพื่อให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติสุข ดังนั้นเซลล์จะต้องสร้าง ATP ขึ้นมาใหม่ ADP ที่เป็นผลจากการสลาย ATP จึงจะสามารถสร้าง ATP ได้พอ กับความต้องการ นอกจากนี้ยังมีสารอินทรีย์อีกพวกหนึ่งสามารถเก็บสะสมพลังงานจากสารอาหาร ในรูปของอิเล็กตรอน ซึ่งจะสามารถปล่อยพลังงานที่สะสมไว้ออกมา เมื่อมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนไปยังตัวรับอิเล็กตรอนอื่น ๆ พลังงานเหล่านี้จะถูกนำไปใช้สังเคราะห์ ATP เพื่อสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป สารเหล่านี้ได้แก่  $\text{NAD}^+$  (nicotinamide adenine dinucleotide) และ  $\text{FAD}$  (flavin adenine dinucleotide) ในการรับอิเล็กตรอนของ  $\text{NAD}^+$  และ  $\text{FAD}$  นั้นมักมีการรับโปรตอน ( $\text{H}^+$ ) มาด้วยทำให้โมเลกุลของสารทั้งสองตัวที่รับอิเล็กตรอนมาแล้วอยู่ในรูปของ  $\text{NADH}$  และ  $\text{FADH}_2$

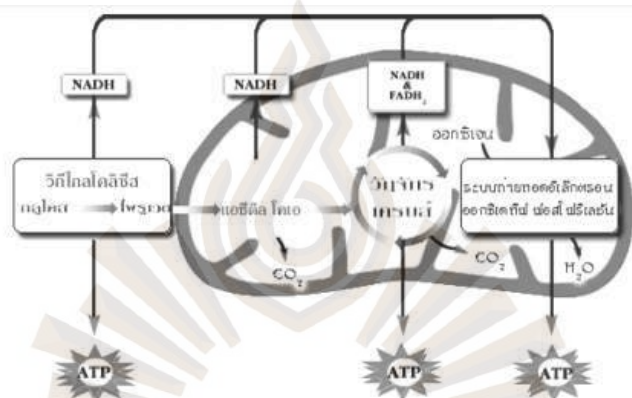
รูปที่ 2.3 วัฏจักรการสร้าง NADH จาก  $\text{NAD}^+$  และ  $\text{FADH}_2$  จาก  $\text{FAD}$ 

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

## 2.2.2 ปฏิกริยาการหายใจระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ปฏิกริยาการหายใจภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 แบบ คือ การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) และการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration)

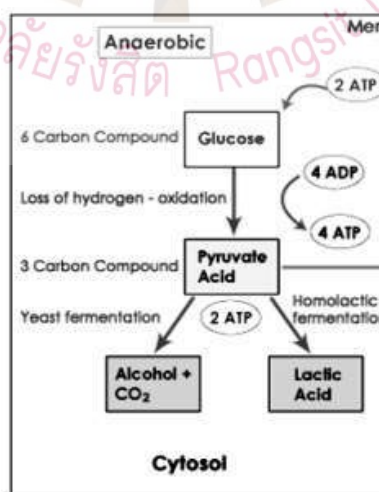
1) การหายใจแบบใช้ออกซิเจนเป็นการสลายสารอาหารได้อย่างสมบูรณ์ ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส (glycolysis) การสร้างอะซิติลโคเอนไซม์เอ (Acetyl Coenzyme A) วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transport system)



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

2) การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการสลายสารโมเลกุลอาหารอย่างไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิสและการหมัก (fermentation)



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

### 3) การสลายสาร โมเลกุลของอาหารแบบใช้ออกซิเจน

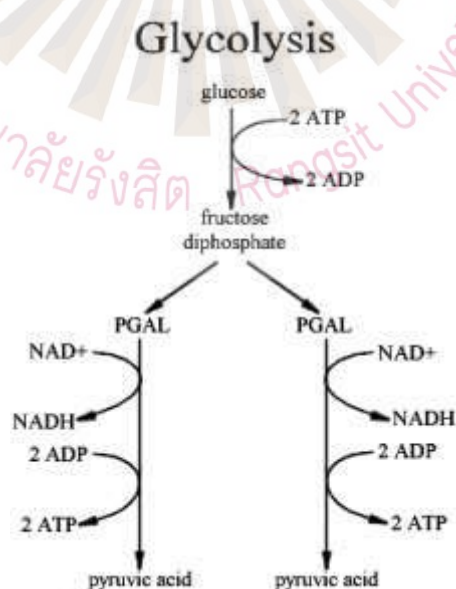
3.1) ไกลโคไลซิส (glycolysis) กระบวนการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล ได้กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล เกิดที่บริเวณไซโทซอลมีหลายขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนจะมีเอนไซม์ต่างๆ มาเร่งปฏิกิริยาสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง เติมพลังงาน ATP 2 โมเลกุลให้กับน้ำตาลกลูโคส เพื่อเปลี่ยนไปเป็น ฟรักโทสไดฟอสเฟส (fructose diphosphate)

ขั้นตอนที่สอง เปลี่ยนฟรักโทสไดฟอสเฟสที่มี 6 คาร์บอนให้เป็น น้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอมหรือที่เรียกว่า ไตรโอสฟอสเฟต (triose phosphate) จำนวน 2 ตัวในขั้นนี้คือ ฟอสโฟกลีเซอรอลดีไฮด์ (phosphoglyceraldehyde) หรือ PGAL

ขั้นตอนที่สามเป็นการออกซิเดชันของไตรโอสฟอสเฟตให้เป็นกรดไพรูวิกและได้พลังงาน 4 ATP

3.2) การสร้างอะซิติล โคเอนไซม์ เอ (Acetyl Coenzyme A) ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นบริเวณเมทริกซ์ซึ่งเป็นของเหลวในไมโทคอนเดรีย โดยกรดไพรูวิกจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติล ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 2 อะตอม (2C) ในการเปลี่ยนนี้จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และไฮโดรเจน (H) ออกมาด้วย จากนั้น กรดอะซิติลจะรวมตัวกับโคเอนไซม์เอ ซึ่งมีอยู่แล้วในเซลล์ก็จะเปลี่ยนเป็นอะซิติล โคเอนไซม์ เอ เรียกย่อ ๆ ว่า “อะซิติล โคเอ” ในขั้นนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 2 โมเลกุล และไฮโดรเจน 4 อะตอม



รูปที่ 2.6 กระบวนการไกลโคไลซิส

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554

3.3) วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) การสลายสารแอซิติล โคเอนไซม์ เอ ให้ได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และเก็บพลังงานไว้ในรูปของ NADH FADH และ ATP เกิดขึ้นบริเวณเมทริกซ์ซึ่งเป็นของเหลวในไมโทคอนเดรีย มีขั้นตอนโดยละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คาร์บอน 2 อะตอมของแอซิติลโคเอนไซม์ เอ เข้ามาในวัฏจักร โดยเกิดการรวมของหมู่แอซิติลกับออกซาโลอะซิเตต โดยใช้เอนไซม์ซิเทรตซินเทสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ผลผลิตเป็นซิเทรต และ CoA

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นแรกเป็นปฏิกิริยาเอาน้ำออกจากซิเทรต 1 โมเลกุลได้เป็น ซิสอะโคนิเตตก่อนจากนั้น ซิสอะโคนิเตตจึงรวมตัวกับน้ำ 1 โมเลกุล เกิดเป็นไอโซซิเทรต

ขั้นตอนที่ 3 ไอโซซิเทรตจะถูกออกซิไดซ์เป็นแอลฟาดีโทกลูตาเรต และให้  $\text{CO}_2$  โดยใช้เอนไซม์ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและมี  $\text{NAD}^+$  มารับกลายเป็น NADH

ขั้นตอนที่ 4 แอลฟาดีโทกลูตาเรตถูกออกซิไดซ์ปล่อยหมู่  $\text{CO}_2$  ออกมาและโคเอนไซม์ เอ เข้าไปแทน ตำแหน่ง  $\text{CO}_2$  ได้เป็นซัคซินิล โคเอนไซม์ เอ โดยมีเอนไซม์แอลฟาดีโทกลูตาเรตดีไฮโดรจีเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาขั้นตอนนี้มี  $\text{NAD}^+$  มารับกลายเป็น NADH

ขั้นตอนที่ 5 หมู่ CoA ของซัคซินิล โคเอนไซม์ เอ จะถูกแทนที่โดยหมู่ฟอสเฟตและเปลี่ยนเป็นซัคซินเนต โดยมี เอนไซม์ซัคซินิลโคเอซิเนส มาเร่งปฏิกิริยา

ขั้นตอนที่ 6 เอนไซม์ ซัคซินเนต ดีไฮโดรจีเนส จะทำปฏิกิริยากับซัคซินเนตเปลี่ยนไปเป็น ฟูมาเรต ในปฏิกิริยานี้จะสูญเสียไฮโดรเจนแก่ FAD เกิดเป็น  $\text{FADH}_2$

ขั้นตอนที่ 7 มีการเติมน้ำ 1 โมเลกุล แก่ฟูมาเรตเปลี่ยนเป็นมาเลต โดยมีเอนไซม์ฟูมาเรสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ขั้นตอนที่ 8 มาเลตจะถูกออกซิไดซ์ให้เป็นออกซาโลอะซิเตต ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่จะไปรวมกับแอซิติล โคเอนไซม์ เอ ตัวใหม่ เพื่อเข้ารอบใหม่ของวัฏจักรเครบส์ต่อไป และมีการออกซิเดชันและการออกซิเดชัน  $\text{NAD}^+$  จะ ถูกรีดิวซ์ให้เป็น NADH ปฏิกิริยานี้จะมีเอนไซม์มาเลต ดีไฮโดรจีเนสมาช่วยเร่งปฏิกิริยา

3.4) กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอน (electron transport system) กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอน เกิดขึ้นในเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย เป็นกระบวนการที่เกิดต่อเนื่องจากวัฏจักรเครบส์ แหล่งของอิเล็กตรอนคือ NADH และ  $\text{FADH}_2$  ซึ่งเมื่อถูกออกซิไดซ์ อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งต่อเป็นทอดๆ ผ่านตัวนำอิเล็กตรอนหลายตัวไปจนถึงปลายสุดของระบบ อิเล็กตรอนจะไปรีดิวซ์  $\text{O}_2$  ให้เป็น  $\text{H}_2\text{O}$  กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอนในการหายใจ (respiration) นี้คล้ายกับที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในขั้นตอนของปฏิกิริยา

ที่ใช้แสงระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเป็นช่วง ๆ จะเกิดพลังงานอิสระซึ่งจะนำไปใช้ในการสร้าง ATP ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า ออกซิเดทีฟ ฟอสโฟริเลชัน (oxidative phosphorylation) การสร้าง ATP ในกระบวนการนี้ไม่ใช่การสร้าง ATP โดยตรงแบบ substrate-level phosphorylation (ย้ายหมู่ฟอสเฟตของซับสเตรต ซึ่งเป็นสารพลังงานสูงให้ ADP) เหมือนที่สร้างจากวิถีไกลโคลิซิสและวัฏจักรเครบส์แต่จะเป็นการสร้างแบบที่ต้องมีการเชื่อมโยงกับการออกซิเดชันในระบบถ่ายทอดอิเล็กตรอนซึ่งทำให้เกิดการปั๊มของโปรตอน ( $H^+$ ) ผ่านเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย ซึ่งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเป็นทอดๆ ผ่านตัวนำอิเล็กตรอนซึ่งเป็นกลุ่มของโปรตีน (ซึ่งหลายตัวเป็นเอนไซม์) และมีโคเอนไซม์และโคแฟกเตอร์หลายตัวรวมอยู่ด้วยกัน กลุ่มโปรตีนเหล่านี้ได้แก่ complex I, II, III และ IV ลำดับของการถ่ายทอดอิเล็กตรอน นอกจากกลุ่มโปรตีน 4 กลุ่มนี้ยังมีโคเอนไซม์ Q และ ไซโตโครมซี (cytochrome c) ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อช่วยในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนระหว่างกลุ่มโปรตีนดังกล่าว

ในแต่ละ complex จะมีการรับและให้อิเล็กตรอน (รีดักชันและออกซิเดชัน) และมีการปั๊มโปรตอน ผ่านเยื่อหุ้มชั้นในออกจากด้านเมทริกซ์ไปที่ช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและในระบบถ่ายทอดอิเล็กตรอนไม่ได้เป็นตัวสร้าง ATP โดยตรงหน้าที่ของมันคือนำอิเล็กตรอนที่ได้จากสารอาหาร (ในรูปของ NADH และ FADH<sub>2</sub>) ไปยัง O<sub>2</sub> ระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในแต่ละช่วงจะเกิดพลังงานอิสระในปริมาณมากพอที่จะนำไปสร้าง ATP (กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

## 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning: PBL

### 2.3.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 John Dewey นักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้ต้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหาและเป็นผู้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตนเอง แนวคิดของ John Dewey ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดของ PBL (Problem-based Learning) ก็มีรากฐานแนวความคิดจาก Dewey เช่นเดียวกัน (มัทธรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 14-15) การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพัฒนาขึ้นครั้งแรก โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัย McMaster ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการสอนเสริมให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบที่ทำให้

มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปใช้เป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลาย ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพหุวิทยาการเพื่อเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ ที่ใช้ Problem-based Learning ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลก ในประเทศไทยการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับหลักสูตร แพทยศาสตรบัณฑิตนับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2499 ที่เริ่มมีการประชุมแพทยศาสตร์ศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 1 และได้ดำเนินการต่อมาทุก 7-8 ปี เพื่อร่วมกันคิดและร่วมกันกำหนดแนวทางพัฒนาการจัดการศึกษาแพทยศาสตร์ของประเทศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการประชุมแต่ละครั้งดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการปรับปรุงหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิตของทุกโรงเรียนแพทย์เป็นอย่างมาก (วัลลี สัตยาชัย, 2547, น. 29-30)

### 2.3.2 ความหมายของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-based Learning มีนักการศึกษาหลายคนได้ให้ชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้จากปัญหาและการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายสรุปได้ดังนี้ การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้อันเกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้เป็นการค้นคว้าด้วยตนเองโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขากลุ่มสาระที่ตนศึกษาด้วย ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจหรือหาทางแก้ปัญหาที่ได้ประสบ เป็นการนำสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ ปัญหาเป็นแรงขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้โดยอยู่บนพื้นฐานความต้องการของผู้เรียนที่จะ

เรียนรู้ กระตุ้นให้ นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา เห็นทางเลือกในการแก้ปัญหา เกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหา (ทศนา แคมมณี, 2545, น. 137-138)

### 2.2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อจัดความสงสัยดังกล่าว ซึ่งแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1) ทฤษฎีสร้างสรรคนิยม (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

2) ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศหรือข้อมูลข่าวสาร (Information Processing Theories) มีความคิดพื้นฐานว่าในการเรียนรู้สิ่งใด ๆ ก็ตามผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วของการเรียนรู้และขั้นตอนของการเรียนรู้ได้และการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา"

3) ทฤษฎีทางสังคมวัฒนธรรม (Sociocultural Theories) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการฝึกงานทางพุทธิปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ซึ่งสนับสนุนการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

4) ทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Androgogy) เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับสภาพปัญหาจริง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่และปรับ

โครงสร้างให้เข้ากับประสบการณ์นั้น ๆ สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL มีลักษณะสำคัญดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (student-centered learning)
- 2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ให้มีจำนวนกลุ่มละประมาณ 5-8 คน
- 3) ผู้สอนทำหน้าที่ เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide)
- 4) ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้
- 5) ลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ต้องมีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน มีวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่าง หลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ
- 6) ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)
- 7) การประเมินผล ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (authentic assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning process) และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Learning product)

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL)

จากการศึกษาผลงานวิจัยด้านพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้ PBL ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและ ระดับอุดมศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่อาศัยลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบ PBL เป็น กรอบในการออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้พบว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตาม ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มจากรูปแบบพื้นฐานที่มี 6 ขั้นตอนหลัก แล้วมีการปรับขยายหรือเพิ่ม ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้จนมีถึง 11 ขั้นตอน (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2558)

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอนโดยมีขั้นตอนดังนี้



ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหานั้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียน นำติดตามและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาและกำหนดแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ เพื่อวางแผนค้นหาคำตอบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มและผู้สอนร่วมกันประเมินการเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น.6-8)

#### จุดเด่นและข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากงานวิจัยหลายชิ้นพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีจุดเด่นที่สำคัญ คือ ผู้เรียนจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานและการให้เหตุผลดีขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองทำงานเป็นกลุ่มและ สื่อสารกับผู้อื่น ได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ ความคงอยู่ของความรู้มากกว่าการเรียนแบบบรรยาย นอกจากนี้ บรรยากาศการเรียนรู้มีชีวิตชีวา จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้อีกมากขึ้น และยังส่งเสริมความร่วมมือและการทำงานร่วมกัน

ข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงกัน ได้แก่ ครูมีความกังวลว่าผู้เรียนจะมีความรู้ที่น้อยลง ความรู้ที่ได้รับจะไม่เป็นระบบ ความถูกต้องของเนื้อหาหรือข้อมูลที่ผู้เรียน ไปค้นคว้าศึกษามาตลอดจนครูต้องมีทักษะที่หลากหลายมากกว่าการสอนแบบบรรยาย ในส่วนของผู้เรียนจะกังวล เกี่ยวกับความถูกต้องของเนื้อหา ไม่มั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองไปเรียนรู้มาถูกต้องหรือไม่ขอบเขตของการเรียนรู้ต้องเรียนรู้มากน้อยเพียงไร รวมถึงความแตกต่างกัน

ของครูหรือผู้สอนประจำกลุ่ม นอกจากนี้อาจยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับงบประมาณหรือสิ่งสนับสนุนที่ใช้ จำนวนครู การบริหารจัดการซึ่งต้องมีการประสานงานและร่วมมือกันอย่างดีและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

### ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ PBL

คุณภาพของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้

- 1) ความสำคัญของเนื้อหา ต้องเลือกเนื้อหาที่เป็นแกนหรือหลักการและสอดคล้องกับการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง
- 2) คุณภาพของโจทย์ปัญหา ต้องเลือกปัญหาที่พบบ่อยในสถานการณ์จริงและสร้างปัญหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ปัญหาที่ดีจะต้องน่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถอภิปรายองค์ความรู้ในระดับลึกจนเข้าใจแนวคิดของปัญหามากกว่าการท่องจำ สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับข้อมูลใหม่
- 3) กระบวนการกลุ่ม ทั้งครูและผู้เรียนต้องเข้าใจพลวัตของกระบวนการกลุ่ม บทบาทของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม กระบวนการกลุ่มที่ดีจะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น
- 4) บทบาทและทักษะของครูหรือผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละเปลี่ยนไปจากการสอนแบบบรรยาย คือเป็นการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์และผู้เรียนมีบทบาทที่สำคัญในการออกแบบกิจกรรมและบริหารจัดการให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่วางแผนไว้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาวิธีการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กัน
- 5) การพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของทั้งครูและผู้เรียน ครูอาจไม่มั่นใจตนเองในการที่ต้องเป็นครูในวิชาที่ตนไม่ชำนาญ ครูจะต้องได้รับการพัฒนาและฝึกทักษะต่าง ๆ ของการเป็นครูประจำกลุ่ม จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จมากขึ้น ผู้เรียนก็จะต้องได้รับความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนแบบนี้
- 6) ทรัพยากรการเรียนรู้เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลหรือความรู้ที่สำคัญ การเตรียมและจัดหาแหล่งทรัพยากร การเรียนรู้ที่หลากหลาย พร้อมทั้งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 7) การบริหารจัดการ ความร่วมมือและประสานงานกันระหว่างหน่วยงาน ตลอดจนการวางแผนที่เหมาะสมจะทำให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

## 2.4 การจัดกิจกรรมแบบกลุ่มละความสามารถ

เป็นส่วนหนึ่งการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning: PL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ขั้นประสบการณ์ (Experience) ขั้นการสะท้อนและอภิปราย (Reflection and Discussion) ขั้นความคิด รวบยอด (Concept) และขั้นการทดลอง/การประยุกต์แนวคิด (Experimentation/Application) ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม คือผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ฝึกปฏิบัติวางแผนการทำงานกิจกรรมกลุ่ม แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรายงานผลการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ มีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นปัญหาภายหลังจากการศึกษาเนื้อหาในชั้นเรียน ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มผ่านการทำงานและการจัดกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะภายหลังจากการจัดกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย (แสงดาว ถิ่นหารวงษ์, 2558)

ความหมายของการเรียนแบบมีส่วนร่วม

การเรียนแบบมีส่วนร่วมนับได้ว่าเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่มีความสำคัญในการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการเรียนแบบมีส่วนร่วมนั้นเป็นการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม การฝึกฝนทักษะการแสวงหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ฝึกการแก้ไขปัญหาและเรียนรู้จากผู้อื่น

หลักการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

หลักการของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม คือ กระบวนการสร้างความรู้เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียน ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถกำหนดหลักการที่ได้จากการปฏิบัติและสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีหรือหลักการได้อย่างถูกต้อง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง มีการแสดงออกทั้งการเขียนและการพูด (สุเทพ อ่วมเจริญ, 2549 อ้างถึงใน พิสุทธิ อาวีราษฎร์, 2553, น. 8-9) โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นประสบการณ์ (Experience) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจะพยายามกระตุ้นให้

ผู้เรียนดึงประสบการณ์ของตัวเองออกมาใช้ในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการใช้กระบวนการกลุ่มของผู้สอน ซึ่งในการจัดการเรียนเนื้อหาที่ใช้ในการให้ความรู้หรือนำไปสู่การสอนทักษะต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่อง que ผู้เรียนมีประสบการณ์อยู่ก่อนแล้ว

2) ขั้นตอนการสะท้อนและอภิปราย (Reflection and Discussion) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม โดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นการวิเคราะห์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงความคิด ความรู้สึกของคนอื่นที่ต่างไปจากตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้กว้างขวางขึ้น การสะท้อนความคิดเห็นโดยการอภิปรายจะทำให้ได้ข้อสรุปที่หลากหลาย นอกจากนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงการทำงานเป็นทีม บทบาทของสมาชิกที่ดีที่จะทำให้งานสำเร็จ การควบคุมตนเองและการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

3) ขั้นความคิดรวบยอด (Concept) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) เกิดได้หลายทาง เช่น จากการบรรยายของผู้สอน การมอบหมายให้อ่านจากเอกสาร ตำรา หรือได้จากการสะท้อนความคิดเห็นหรืออภิปรายโดยผู้สอน อาจสรุปความคิดรวบยอดให้จากการอภิปรายและการนำเสนอของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนจะเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด ซึ่งความคิดรวบยอดนี้จะส่งผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงเจตคติ หรือความเข้าใจในเนื้อหาขั้นตอนของการฝึกทักษะต่าง ๆ ที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ง่ายขึ้น

4) ขั้นการทดลอง/การประยุกต์แนวคิด (Experimentation/Application) ผู้เรียนจะได้ทดลองใช้ความคิดรวบยอดหรือผลิตขั้นความคิดรวบยอดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสนทนาเล่นบทบาทสมมติ เป็นต้น (แสงดาว ถิ่นหารวงษ์, 2558)

## 2.5 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### 2.5.1 ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research : CAR) อาจมีชื่อเรียกอื่น เช่น วิจัยปฏิบัติการ (Action Research) วิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Research) การสืบค้นแบบร่วมมือ (Collaborative Inquiry) การวิจัยปฏิบัติการในบริบทโดยทั่วไป เป็นการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาบางประการ พิจารณาผลที่เกิดขึ้น ถ้าผลไม่เป็นที่พอใจก็ทดลองใหม่ นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน สรุปได้ดังนี้ Kemmis and McTaggart (2007) กล่าวว่า การวิจัยที่ทำโดยครูเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการปฏิบัติงานหรือการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตน

วีระยุทธ ชาติกะกาญจน์ (2558) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นการวิจัยประยุกต์ โดยเป็นการวิจัยที่มุ่งนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติ พัฒนาปรับปรุงผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2550) กล่าวว่า action คือ การลงมือทำ นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงในหน่วยงาน ชั้นเรียน โรงเรียน หรือชุมชน research คือ วิจัยเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจให้กับผู้วิจัยรวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้วิจัยในเรื่องของกระบวนการ การเปลี่ยนแปลงและผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง สิ่งสำคัญของวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการลงมือปฏิบัติและการเพิ่มพูนความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยตรง กล่าวคือ เน้นการทำวิจัยในงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ เป็นการดำเนินการด้วยตนเอง เพื่อเสาะหาค้นหาเกี่ยวกับเรื่องของตัวเอง เช่น ครูก็พิจารณางานของครูและมีการตั้งคำถามว่าทำไมตนถึงทำเช่นนั้น ทำไมถึงได้ผลอย่างนั้น เมื่อครูทำรายงานวิจัยผลงานวิจัยของครูเป็นการนำเสนอผลอย่างมีระบบถึงพฤติกรรมของตนและเหตุผลของพฤติกรรมเหล่านั้น

สุทธิพงศ์ บุญผดุง (2560) กล่าวว่า เป็นการวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะของครูผู้สอน โดยเป็นงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับครูผู้สอนในสถาบันการศึกษานั้น ๆ เพราะระบบการศึกษาจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับสมรรถนะของครูผู้สอนเป็นสำคัญ ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของครูผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของผู้เรียน รวมถึงการยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศไทย

พินันท์ คงคาเพชร (2552) กล่าวว่า จะเห็นได้ว่าการวิจัยปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยมีบทบาทในการใช้การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุจุดประสงค์ หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ให้สำเร็จ ซึ่งมาจากแนวคิดของ Lewin เมื่อมีการนำวิจัยปฏิบัติการมาใช้ในวงการศึกษา เพื่อให้ครูได้ปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเอง จากการเป็นผู้บริโภคงานวิจัยไปเป็นผู้ผลิต สร้างสรรค์งานวิจัยด้วยตนเอง

รุจิรา ปัญญาแก้ว (2559) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นการวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อหาวิธีการที่ใช้ได้ผลกับนักเรียน เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

จากความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน สรุปได้ว่าเป็นการวิจัยที่ครูผู้สอนได้ปรับปรุงหรือพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้จากปัญหาที่พบในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

### 2.5.2 กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

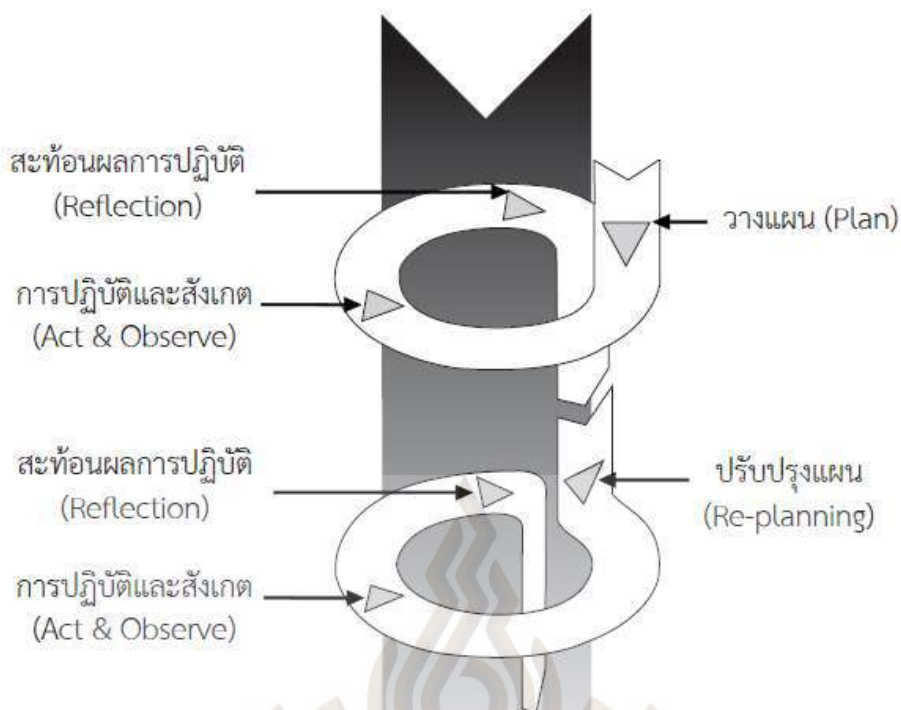
มีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง แนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2007) ดังปรากฏในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) วงจรการวิจัยปฏิบัติการนี้ เรียกแบบย่อ คือ วงจร PAOR

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญระหว่างครู นักเรียน ผู้ปกครองและผู้บริหารเพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญ ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหาเกี่ยวกับลักษณะปัญหาเป็นปัญหาเกี่ยวกับใคร มีแนวทางแก้ไขอย่างไร

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด หลังจากที่ได้มีการวางแผนไว้ ก็จะดำเนินการปฏิบัติตามแผน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงาน เพื่อจะได้ทำการแก้ไขปรับปรุงแผน ในขั้นตอนนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงปรับเปลี่ยนปฏิบัติการใหม่ ถ้าหากผู้ร่วมวิจัยเห็นว่าสภาพการณ์เปลี่ยนแปลงไป หรือมองเห็นทางแก้ปัญหาที่ดีกว่า

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นอย่างรอบคอบ โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การจดบันทึก การบันทึกภาคสนาม (Field Note) การบันทึกบรรยายพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์เอกสาร การบันทึกอนุทิน การใช้ข้อมูลจากแฟ้มรายงาน (Portfolio) การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การใช้สังคมมิติ การใช้เครื่องบันทึกเสียง การใช้วีดิทัศน์ และการใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 สะท้อนกลับ (Reflect) ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปการปฏิบัติการทั้งหมด เพื่อตรวจสอบ ประเมินผลการปฏิบัติด้วยการถกอภิปรายปัญหา เพื่อหาแนวทางพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงแผนปฏิบัติและวางแผนการปฏิบัติต่อไป แผนการดำเนินการในระยะต่อไปจะปรับปรุงโดยอาศัยข้อมูลจากการดำเนินการที่กล่าวมาแล้ว ลักษณะของการดำเนินการตามแผนจะดำเนินการไปเรื่อย ๆ ในลักษณะหมุนเกลียว โดยมีการควบคุมให้ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และมีการประเมินวางแผนใหม่อย่างต่อเนื่องจนกว่าผลการปฏิบัติจะเป็นที่น่าพอใจ



รูปที่ 2.7 The Action Research Spiral

ที่มา: Kemmis & McTaggart, 2007, p. 27

### 2.5.3 ประโยชน์ของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาวิชาชีพครู เนื่องจากให้ข้อค้นพบที่ได้มาจากกระบวนการสืบค้นที่เป็นระบบและเชื่อถือได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และครูเกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ด้วย

## 2.6 ทักษะในศตวรรษที่ 21

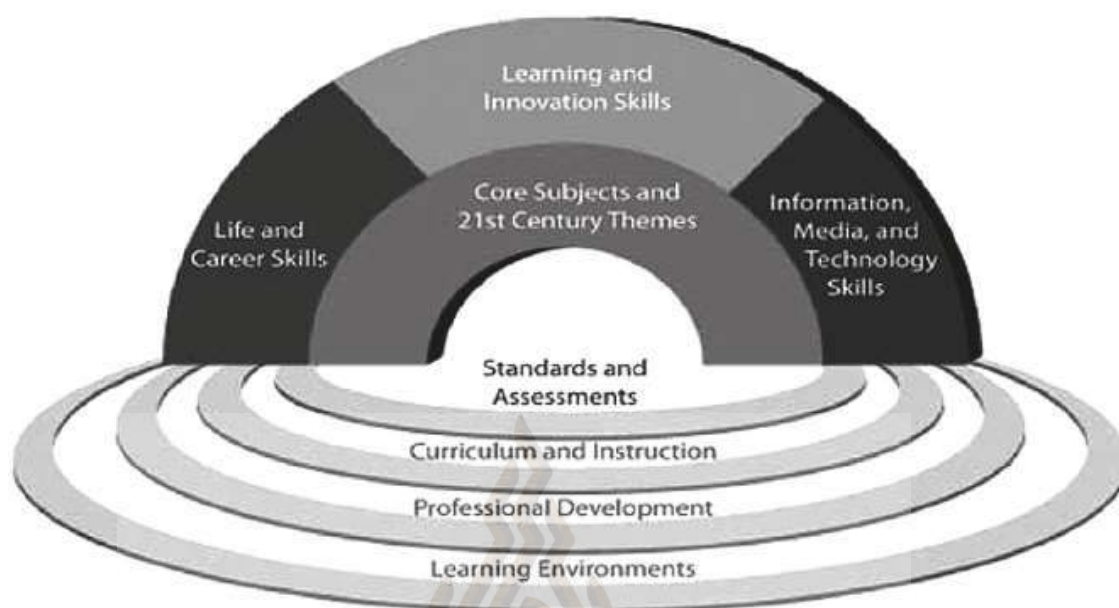
ทักษะแห่งอนาคตใหม่ในศตวรรษที่ 21 (21ST Century Skills) เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนคนไทย ในฐานะการเป็นพลเมืองของโลก ที่มีการดำรงชีวิตท่ามกลางโลกแห่งเทคโนโลยี โลกของเศรษฐกิจและการค้า โลกาภิวัตน์กับเครือข่าย ความสมดุลของสิ่งแวดล้อม และพลังงาน ความเป็นสังคมเมือง ความเป็นสังคมผู้สูงอายุและความเป็นโลกส่วนตัวอยู่กับตัวเอง

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการกำหนดแนวทางยุทธศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ โดยร่วมกันสร้างรูปแบบและแนวปฏิบัติในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดกับตัวผู้เรียน เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีการผสมผสานองค์ความรู้ ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการและความรู้เท่าทันด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อความสำเร็จของผู้เรียนทั้งด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต อาจกล่าวได้ว่าในปัจจุบันบทบาทของครูมีการเปลี่ยนแปลงไป ครูในศตวรรษที่ 21 จะต้องมีความรู้มากกว่าครูในศตวรรษที่ 20 โดยจะเปลี่ยนจากการสอนไปสู่การเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา จากถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้อำนวยความสะดวกสร้างความรู้และจากการที่เด็กเรียนรู้แบบผิวเผินไปสู่ผู้จริง เปลี่ยนจากสอนวิชาไปสู่พัฒนาครบด้าน เปลี่ยนจากรู้วิชาไปมีทักษะ ครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้รู้เป็นผู้เรียนและผู้เรียนเปลี่ยนจากครูผู้รอบรู้วิชาเป็นผู้กำกับการเรียนรู้ของศิษย์เป็นสิ่งสำคัญที่สุด จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การออกแบบการเรียนการสอนจึงต้องมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เด็กมีความรู้ ความสามารถ และทักษะจำเป็น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำต้องเป็นเช่นนี้เพราะต้องเตรียมคน ไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผันและคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และการปรับตัว การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการทางสติปัญญาและกระบวนการทางจิตใจของบุคคลในการรับรู้สิ่งต่าง ๆ และพยายามสร้างความหมายของสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ที่ตนได้รับเพื่อให้เกิดความเข้าใจประสบการณ์นั้น โดยอาศัยกระบวนการทางสังคมเข้ามาช่วย เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ การนำความรู้ไปใช้เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองทั้งทางด้านเจตคติความรู้สึก ความคิดความเข้าใจและการกระทำต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตประจำวันร่วมกับผู้อื่น

กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง เนื่องด้วยเป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) ทั้งในด้านความรู้ สาระวิชาหลัก (Core Subjects) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้านรวมทั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานและการประเมิน หลักสูตรและการเรียนการสอน การพัฒนาครูสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนในศตวรรษที่ 21





รูปที่ 2.8 กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา : วลิตี สัตยาศัย, 2547

ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้ 3R x 7C 3R คือ Reading (อ่านออก), (W) Writing (เขียนได้), และ (A) Rithematics (คิดเลขเป็น) 7C ได้แก่ Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา) Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม) Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม) Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ) Communications, Information, and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ) Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้) การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้าม “สาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” (21<sup>st</sup> Century Skills) ซึ่งครูจะเป็นผู้สอนไม่ได้ แต่ต้องให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะออกแบบการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นผู้ฝึกสอน (Coach) และอำนวยความสะดวก(Facilitator) ในการเรียนรู้แบบ PBL ของนักเรียน ซึ่งสิ่งที่เป็นตัวช่วยของครูในการจัดการเรียนรู้คือ ชุมชนการเรียนรู้ครูเพื่อศิษย์ (Professional Learning Communities : PLC) เกิดจากการรวมตัวกันของครูเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำงานที่ของครูแต่ละคนนั่นเองแนวคิดที่มีความสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning) ได้เน้นที่ความเป็นอิสระส่วนบุคคลและความรับผิดชอบ

ตนเองในการเรียนรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานของการศึกษาในระดับอุดมศึกษา สิ่งสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง คือการทำให้มนุษย์อยู่รอดในทุกสภาพแวดล้อมเพราะสังคมในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ เกิดขึ้นเสมอ ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ตลอดเวลาการพัฒนาบัณฑิตควรพัฒนาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นบัณฑิตที่มีความคิดลึกซึ้ง มีทักษะทางปัญญาและวิชาชีพตลอดจนมีกลยุทธ์การสอนให้เหมาะกับการพัฒนาผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 สามารถบูรณาการการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ประโยชน์สุขต่อมวลมนุษยชาติในอนาคต จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันวงการศึกษามีการตื่นตัวสู่การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับจิตตปัญญาศึกษา (Contemplative Education) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตนเองโดยการพัฒนาจากด้านใน ได้แก่ จิตและการคิด ด้วยการเรียนรู้ด้วยใจอย่างใคร่ครวญ เรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติกิจกรรมที่หลากหลาย เป็นกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง (Transformational Learning) เป็นการบูรณาการการศึกษาร่วมกับประสบการณ์ของบุคคลช่วยยกระดับคุณค่าความดีงาม เสริมกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีความสุขทักษะการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ได้แก่ ทักษะรู้จักลูกศิษย์ ทำความเข้าใจลูกศิษย์ รู้ว่าลูกศิษย์มีพื้นความรู้ต่างกันอย่างไร ทักษะการออกแบบการเรียนรู้ เป็น Project Based Learning ทักษะการชวนลูกศิษย์คุยกันเพื่อทำ Reflection หรือ AAR ได้มีการเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมและในศตวรรษที่ 21

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

เพชรปภาณี อินทรพาณิชย์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสกนนคร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสกนนคร จำนวน 3 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์และแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

สิริวัฒน์ อายุวัฒน์ (2560) ได้นำเสนอการใช้การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning): ความท้าทายของการศึกษาพยาบาลในการพัฒนาการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยมีความมุ่งหวังในนักศึกษาพยาบาลต่อการตัดสินใจเมื่อต้องดูแลผู้ป่วย ซึ่งอยู่ในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม คือการที่ผู้เรียนมีวิจรรย์ญาณในการสื่อสาร ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ปารมี ศรีบุญทิพย์ (2560) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยมีกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 569 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดการคิดเชิงระบบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การคิดแบบองค์รวม การคิดแบบวัฏจักรเชื่อมโยงและการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า โมเดลการวัดการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่สร้างขึ้นสามารถนำมาอธิบายการคิดเชิงระบบได้และสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จุลลดา ศรีวิวัฒน์ (2560) ได้ศึกษาการปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านนางแดดเหนือ จังหวัดชัยภูมิ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อแนวคิด Constructivism โดยกลุ่มเป้าหมายคือ ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนางแดดเหนือ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 1 คนและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังเรียนอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกข้อมูลภาคสนาม เครื่องบันทึกเสียง กล้องบันทึกภาพและเสียงและแบบวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า โรงเรียนบ้านนางแดดเหนือ จังหวัดชัยภูมิ มีการปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีพัฒนาการเพิ่มมากขึ้นทั้งทางด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) และด้านเจตคติ (Attitude)

ฉิชาพัฒน์ ไชยเสนบดินทร์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจรรย์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยกลุ่ม

ตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนวัดแสมดำ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การอ่านอย่างมีวิจารณญาณด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณและแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนมีความคิดเห็นในภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

วิชุดา วงศ์เจริญ (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมธีอิมมาคูลेटคอนแวนต์ จังหวัดชลบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่มจำนวน 1 ห้องเรียนรวม 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง แบบวัดความรู้ความเข้าใจ แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิชาเคมี ทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน 38 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ใน โรงเรียนระยองวิทยาคมที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีจำนวน 6 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ฉันทพร ศรีวิชัย (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 56 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 28 คน และกลุ่มทดลอง 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของครูและนักเรียน แบบสอบถามความคิดเห็น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผลพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเป็นอย่างดี ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### 2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Vernon and Blake (1993) ได้สนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget and Vygotsky ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองก็เป็นการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซับประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นอกจากนั้นยังมีทฤษฎี การเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้ผู้เรียนเป็นแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

Yeung, Barker, Tracey, and Mooney (2013) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้น การจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจค้นคว้าและการแก้ไขปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทางยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตรซึ่งมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน ได้คิดและสำรวจหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลางมีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์ ที่จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่าง ๆ ที่ เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเขาด้วยกันในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหาและ

พัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเองได้ในกระบวนการเรียนรู้วิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ไขปัญหาที่มีหน้าที่สร้างความสนใจสร้างความกระตือรือร้นและสร้างการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

Kimberly (2017) ศึกษาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีอิทธิพลสำหรับการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้ปัญหาจริงหรือบริบทในการตรวจสอบเชิงลึกในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะรู้ การเรียนรู้ปัญหาที่แตกต่างจากการเรียนการสอนที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ใหม่หรือเหตุการณ์ที่จะต้องกำหนดความ ต้องการการเรียนรู้ของที่จะตั้งคำถามเพื่อให้บรรลุความเข้าใจในสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่ง การเรียนดังกล่าวเป็นแนวทางการศึกษาที่ทำให้นักเรียนในการทำงานร่วมกันในกลุ่มที่จะแสวงหาคำตอบเพื่อนำมาแก้ปัญหา การเรียนการสอนโดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ครูมีบทบาทคอยอำนวยความสะดวก นอกจากนี้วิธีการนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาแลการทำงานร่วมกับผู้อื่น

จากงานวิจัยข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญและส่งเสริมความกระตือรือร้นในชั้นเรียนของนักเรียน นอกจากนี้ยังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ไขปัญหาและคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้มีการจัดการเรียนรู้โดยนำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นั้น พบว่างานวิจัยที่พัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนนั้นมีน้อย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนมีบทบาทในชั้นเรียนมากขึ้น เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในชั้นเรียน และนักเรียนกับครูผู้สอน ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และจัดการเรียนรู้แบบสองทางคือจากครูสู่นักเรียนและจากนักเรียนสู่ครูผู้สอน นักเรียนต้องกล้าแสดงความคิดเห็นและมีวิจารณญาณในการรับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้เพื่อที่จะสามารถนำไปเผยแพร่ให้เกิดประโยชน์ได้

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การเรียนรู้แบบ Problem-based Learning : PBL ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนนจุพากรณ์ราชวิทยาลัย ปทุมธานี โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 สํารวจบริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน
- 3.2 รูปแบบการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

### 3.1 สํารวจบริบทของกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.1 บริบทของโรงเรียน

โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ปทุมธานี เป็นกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อสนองพระราชปณิธานของสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ที่ทรงมุ่งมั่นจะส่งเสริมคุณภาพชีวิตในด้านความเป็นอยู่และการศึกษาของเยาวชน ปัจจุบันเป็นโรงเรียนที่อยู่ในแผนและยุทธศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนส่งเสริมให้เด็กคิดเป็นและกล้าลงมือทำ โดยโรงเรียนจะสนับสนุนทั้งด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน อุปกรณ์ในห้องทดลองที่มีครบถ้วนและเพียงพอต่อความต้องการของเด็ก ในการศึกษาค้นคว้าสิ่งที่ตนเองสนใจได้เองโดยมีอาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถคอยให้คำปรึกษาและสนับสนุนให้เด็กแสดงศักยภาพของตนได้อย่างเต็มที่

ปี พ.ศ. 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานร่วมกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์จัดการเรียนการสอนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ที่โรงเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาคในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 24 คน โดยมี P และพัฒนาบุคลากร รวมทั้งควบคุมการใช้หลักสูตรให้เป็นไปตามมาตรฐานของหลักสูตร และในปี พ.ศ. 2552 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพิจารณาว่าโรงเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาค ทั้ง 12 โรงเรียนสามารถจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้มาตรฐานเดียวกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เพื่อเพิ่มโอกาสให้กับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งมีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคทั่วประเทศ เน้นการให้โอกาสกับผู้มีความสามารถพิเศษที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ในภูมิภาค ตลอดจนพัฒนา ปรับปรุง ส่งเสริม ให้โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ทั้ง 12 แห่ง มีมาตรฐานเทียบเท่าโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ

หลักสูตรของโรงเรียนในช่วงก่อนเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค โรงเรียนใช้หลักสูตรแกนกลางของกระทรวงศึกษาธิการ ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 มีการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ในห้องเรียนที่คัดเลือกนักเรียนร่วมกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จนกระทั่งคณะรัฐมนตรีมีมติดำเนินการ โครงการพัฒนาให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค จึงได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นตามเป้าหมายของโรงเรียน โดยแบ่งเป็นหลักสูตรสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะต้องลงทะเบียนเรียนตามหน่วยกิตที่กำหนด โดยมีผลการเรียนแต่ละรายวิชาไม่ต่ำกว่า 2 นอกจากนี้จะต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ผ่านการประเมินความสามารถด้านการอ่าน คิด วิเคราะห์และเขียน และผ่านการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

### 3.1.2 บริบทของนักเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งจาก 3 แห่งทั่วประเทศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มพูนจำนวนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาที่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ มีจิตวิญญาณที่จะพัฒนาตนเองให้ก้าวไปสู่ความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นในอนาคต สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ประเทศชาติ เพื่อให้ประเทศชาติมีการพัฒนามากยิ่งขึ้นในอนาคต ลดการพึ่งพาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจาก



ต่างชาติ เป็นไปตามนโยบายการพัฒนากำลังคนด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยโรงเรียนแห่งนี้มีแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน แหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ประกอบด้วย ห้องสมุดทั่วไป ห้องสมุดวิทยาศาสตร์ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ และห้องปฏิบัติการชีววิทยา ส่วนแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน ได้แก่ มหาวิทยาลัยต่าง ๆ รวมทั้งโรงเรียนกลุ่มอาชีพที่ให้ความร่วมมือ โรงเรียนเปิดสอนในลักษณะ โรงเรียนประจำ รองรับนักเรียนทั้งชายและหญิงประมาณ 900 คน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1–6 ระดับชั้นละ 6 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 24 คน โรงเรียนมีนักเรียนประมาณ 785 คน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทั้งหมด 145 คน แบ่งออกเป็น 6 ห้องเรียน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน

### 3.1.3 บริบทของห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ คือ ห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 (ห้อง 3305) ซึ่งตั้งอยู่บน ชั้นที่ 3 ของอาคารวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ไวท์บอร์ด เครื่องฉายแผ่นทึบ โปรเจคเตอร์ โต๊ะครู และ โต๊ะเก้าอี้ของนักเรียนจำนวน 24 ชุด ภายในห้องมีอากาศถ่ายเทดี มีแสงสว่างเพียงพอ มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งมีโต๊ะและเก้าอี้ที่สามารถเคลื่อนย้ายให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ได้

### 3.1.4 บริบทของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา จำนวน 6 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนจำนวน 146 คน

### 3.1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 25 คน โดยเป็นห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 จังหวัด ปทุมธานี

## 3.2 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Active research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2007) ประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนปฏิบัติการ (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า PAOR โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1) ผู้วิจัยสำรวจปัญหาที่ต้องการแก้ไขในการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษารายวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

3) ศึกษาเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL

4) ศึกษาและสร้างเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย

4.1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL จำนวน 4 แผน แบ่งเป็น 3 วงจร คือ วงจรที่ 1 ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 วงจรที่ 2 ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วงจรที่ 3 ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

4.2) แบบประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน จะเป็นการประเมินเพิ่มเติมจากการสังเกตและบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกภาคสนาม เพราะแม้ว่าจะมีการร่วมสังเกตจากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย แต่อาจจะมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงออกของนักเรียนบางกลุ่ม เช่น ปัจจัยเรื่องสุขภาพ ความกังวล หรือปัญหาส่วนตัวของนักเรียนเอง ทำให้การประเมินจากการสังเกตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่าง

ครอบคลุม จึงทำแบบประเมินซึ่งเป็นคำถาม 3 ข้อ ที่จะเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาและองค์ความรู้ ในคาบเรียนนั้น ๆ โดยจะแบ่งเป็นคำถามที่ประเมินความสนใจ การแสดงความคิดเห็น และการยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างเมื่อทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีการกำหนดกรอบของระดับการประเมินเป็น 4 ระดับ คือ มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดีมาก มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดี มีส่วนร่วมในเกณฑ์ปานกลาง และมีส่วนร่วมในเกณฑ์ต่ำ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Scoring rubrics โดยจะแบ่งคะแนนเป็น 4 เกณฑ์ ได้แก่

ตารางที่ 3.1 ตารางอธิบายเกณฑ์การตัดสินคุณภาพทักษะการมีส่วนร่วม

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ต่ำ (1)
ความสนใจ	ตอบคำถามตรงประเด็น กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างครบถ้วนและอธิบายเหตุผลประกอบตรงประเด็น	ตอบคำถามตรงประเด็น กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างครบถ้วน แต่ อธิบายเหตุผลประกอบไม่ตรงประเด็น	ตอบคำถามตรงประเด็น แต่ กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างไม่ครบถ้วนและ อธิบายเหตุผลประกอบตรงประเด็นไม่ได้	ตอบคำถามตรงประเด็นเพียงบางส่วน แต่ ยกตัวอย่าง และ อธิบายเหตุผลประกอบไม่ตรงประเด็น
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความเห็นอย่างชัดเจน มีเหตุผลสนับสนุนและยกตัวอย่างประกอบได้	แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน มีเหตุผลสนับสนุน แต่ยกตัวอย่างประกอบไม่ได้	แสดงความเห็นอย่างชัดเจน แต่ไม่มีเหตุผลสนับสนุนและยกตัวอย่างประกอบไม่ได้	แสดงความคิดเห็นไม่ชัดเจน ไม่มีเหตุผลสนับสนุนและยกตัวอย่างประกอบไม่ได้

ตารางที่ 3.1 ตารางอธิบายเกณฑ์การตัดสินคุณภาพทักษะการมีส่วนร่วม (ต่อ)

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ต่ำ (1)
การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ตอบคำถามอย่างชัดเจน แสดงความคิดเห็นของตนเองและบอกเหตุผลประกอบ	ตอบคำถามอย่างชัดเจน แสดงความคิดเห็นของตนเอง แต่บอกเหตุผลประกอบไม่ได้	ตอบคำถามอย่างชัดเจนแต่ไม่แสดงความเห็นของตนเองและบอกเหตุผลประกอบไม่ได้	ตอบคำถามไม่ชัดเจนแต่ไม่แสดงความคิดเห็นของตนเองและบอกเหตุผลประกอบไม่ได้

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.75 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.76-2.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.25 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดี

ค่าเฉลี่ย 3.26-4.00 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดีมาก

4.3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวคิดของ Bloom ซึ่งเป็นแบบทดสอบ วัดความสามารถด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัย เลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ชุด

4.4) แบบสังเกตพฤติกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของนักเรียนและครูผู้สอน

4.5) แบบบันทึกภาคสนาม

4.6) แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ โดยระหว่างทำการสอนจะมีครูที่เลี้ยงช่วยสังเกตการสอน เพื่อช่วยให้เก็บข้อมูลได้ครอบคลุม เมื่อจบการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำผลการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ แล้วนำไปปรับใช้ในแผนถัดไป

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ปฏิบัติ (Observe)

เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความสามารถของผู้วิจัย ซึ่งจะสังเกตทั้งสิ่งที่คาดหวังจะให้เกิดและสิ่งที่ไม่คาดหวัง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของนักเรียน

### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือในขั้นสังเกต การปฏิบัติมาวิเคราะห์ วิจัย อภิปราย เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวางแผนการปฏิบัติในครั้งต่อไป เช่น แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 9 คาบเรียน

### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ มีดังนี้

3.3.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของครูผู้สอน

3.3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของนักเรียน

3.3.2.3 แบบบันทึกภาคสนาม

### 3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติ มีดังนี้

3.3.3.1 แบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ประกอบด้วย

3.3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

3.3.3.3 แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL

### 3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การศึกษาการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนรูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ครอบคลุม 2 เรื่องหลัก คือ การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนและการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้อาละ 50 นาที จำนวน 9 คาบ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ และจำนวนคาบเรียน

แผนการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
1) ไกลโคไลซิส (Glycolysis) และ การสร้างอะซีทิลโคเอนไซม์ เอ (Acetyl Co A)	2
2) วัฏจักรเครบส์ (Krebs Cycle)	2
3) การถ่ายทออิเล็กตรอน (Electron Transport System)	2
4) การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในเซลล์ยีสต์และการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนของเซลล์กล้ามเนื้อ	3

ขั้นตอนสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552, น.6-8) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ปัญหา กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหานั้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียน น่าติดตามและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาและกำหนดแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ เพื่อวางแผนค้นหาคำตอบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มและผู้สอนร่วมกันประเมินการเรียนรู้

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวทางที่หลากหลายที่จะทำให้ผู้เรียนประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่และเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลที่เป็นระบบซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ในแต่ละขั้นตอนเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงานแบบฝึกหัดท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ และใบความรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL

3.4.1.2 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ศึกษาธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ วิสัยทัศน์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้รายวิชาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.4.1.3 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และขอบข่ายของเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.4.1.4 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากแบบเรียนสาระการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการหายใจระดับเซลล์

3.4.1.5 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้จากเนื้อหาที่เลือกใช้ในการทำวิจัย

3.4.1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL เพื่อพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน 9 คาบเรียน

### 3.4.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการทดลอง

แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้สอนและแบบบันทึกภาคสนามต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบของชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

2) ออกแบบชุดเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงออกในการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมแสดงออกในชั้นเรียนและแบบบันทึกภาคสนามของผู้เรียนตามความเป็นจริงในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมุ่งวัดในด้านความสนใจใฝ่เรียนรู้ ความรับผิดชอบและความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม โดยครูผู้สอนเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เช่น

2.1) ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความตั้งใจ เอาใจใส่ต่อการเรียน ได้แก่ มีความตั้งใจฟังครูสอน มีการถาม-ตอบขณะครูสอน มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม และอภิปรายร่วมกับผู้อื่นในชั้นเรียน



2.2) ความรับผิดชอบ หมายถึง การที่ผู้เรียนปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ได้ครบถ้วนตามระยะเวลาที่ได้ตกลงกันไว้ทั้งในด้านการช่วยเหลือการทำงาน การทำแบบฝึกหัด หรืองานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเอาใจใส่อย่างครบถ้วน ตรงต่อเวลาที่กำหนด และเข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอ

2.3) ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม หมายถึง การที่ผู้เรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มกับสมาชิกคนอื่น ๆ ร่วมแสดงความคิดเห็นของผู้ร่วมงาน ยอมรับข้อตกลงของกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

3) นำแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้สอนและแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องของการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรม

4) ปรับปรุงแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้สอนและแบบบันทึกภาคสนามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

### 3.4.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการทดลอง

3.4.3.1 การสร้างแบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

(1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

(2) สร้างแบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี

(3) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

(4) จัดพิมพ์แบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของ Bloom ซึ่งเป็นการวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ชุด 30 ข้อ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ซึ่งมีลำดับการสร้างแบบทดสอบดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เทคนิคการวัดและประเมินผล เทคนิคการเขียนข้อสอบ

(2) ศึกษาเอกสารหลักสูตรได้แก่ หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(3) วิเคราะห์เนื้อหา นำไปสร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมการเรียนรู้ ตารางวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผ่านการตรวจสอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมการเรียนรู้

(5) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

(6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาการใช้ภาษาและความเหมาะสมของคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัดผล การเรียนรู้โดยพิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร

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

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้

$\sum R$  คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(7) พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อสอบที่มีค่า IOC ไม่ถึง 0.5 ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

(8) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) ที่ผ่านการเรียนเรื่องการหายใจระดับเซลล์มาแล้วซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r)

(9) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20-1.00

(10) ดำเนินการเลือกข้อสอบมา 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

(11) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

(12) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

13) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะถูกนำไปคำนวณทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ One sample t-test และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้อ่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การหาค่า Normalized gain จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) โดยมีสมการดังนี้

$$g = \frac{[(\%post-test) - (\%Pre-test)]}{[(100\%) - (\%Pre-test)]}$$

โดยที่  $g$  คือ ค่า normalized gain

$\%post - test$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลัง เรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

$\%Pre - test$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อน เรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ค่า normalized gain สามารถแบ่งระดับ ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

“High gain” หมายถึงได้ค่า  $g \geq 0.7$

“Medium gain” หมายถึงได้ค่า  $0.7 > g \geq 0.3$

“Low gain” หมายถึงได้ค่า  $0.3 > g \geq 0.0$

3.4.3.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

(1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ แบบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

(2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

(2.1) โดยปรับจากแบบประเมินของ กฤษณา โภคพันธ์ (2554, น. 22) ประกอบด้วยการประเมินด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านบรรยากาศ ด้านกิจกรรมการเรียน ด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยแบ่งเป็น ด้านบรรยากาศ 2 ข้อ ด้านกิจกรรมการเรียน 6 ข้อ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ 5 ข้อ รวม 15 ข้อ

(2.2) กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนในการตอบตัวเลือกแต่ละข้อ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) (อ้างถึงใน บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธ์, 2531, น. 43-98) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบดังนี้

นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด	ให้ระดับ 5
นักเรียนพึงพอใจมาก	ให้ระดับ 4
นักเรียนพึงพอใจปานกลาง	ให้ระดับ 3
นักเรียนพึงพอใจน้อย	ให้ระดับ 2
นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ระดับ 1

(2.3) การประเมินความพึงพอใจในการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ได้สำรวจโดยใช้แบบสำรวจที่มีหัวข้อในการประเมิน 3 ด้าน จำนวนข้อที่ประเมินรวมทั้งหมด 15 ข้อ และมีคำถามปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบสอบถาม โดยสำรวจจากนักเรียนทั้งหมด 25 คน เกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับ ความพึงพอใจ	มากที่สุด	5	คะแนน
ระดับ ความพึงพอใจ	มาก	4	คะแนน
ระดับ ความพึงพอใจ	ปานกลาง	3	คะแนน
ระดับ ความพึงพอใจ	น้อย	2	คะแนน
ระดับ ความพึงพอใจ	น้อยที่สุด	1	คะแนน

การสรุปผลการประเมิน เมื่อได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละข้อแล้ว นำมาเทียบกับเกณฑ์การประเมินผล ซึ่งมีการแปลผลตามระดับค่าเฉลี่ยจากอันตรภาคชั้น ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 4.50	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 1.50	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

(4) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ก่อนนำไปใช้ประเมินกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เสร็จสิ้นลง

### 3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน ก่อนจัดการเรียนการสอน

3.5.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

3.5.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ใช้เวลาสอน 9 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง นอกจากนี้ทำการรวบรวมข้อมูลระหว่างการสอนจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลปฏิบัติการ ประกอบด้วย แบบบันทึกการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ PBL ของผู้วิจัย แบบบันทึกความคิดเห็นของนักเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ในชั้นสังเกตการณ์มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อนำไปใช้วางแผน

ปฏิบัติการ สังเกต สะท้อนผลการปฏิบัติการสอนในวงจนต่อไป ซึ่งข้อมูลที่รวบรวม ได้แก่ เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพฤติกรรมของผู้เรียน

3.5.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทดสอบทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับเดิม)

3.5.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบประเมิน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1.1 เปรียบเทียบทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL ด้วยการทดสอบ Dependent t-test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 100-104)

3.6.1.2 เปรียบเทียบทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบ PBL ด้วยการทดสอบ One-Sample t-test (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 100-104)

#### 3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

##### 3.6.2.1 สถิติพื้นฐาน

(1) หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2560, น.34)

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

เมื่อ  $X$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

(2) หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2560, น.140) คือ

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum x^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง  
 $(\sum x)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

### 3.6.2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

(1) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2560, น.95)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้  
 $\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(2) หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยใช้สูตร PE ของ Whitney and Sabers (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2560, น.100-101) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

(2.1) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P = \frac{P}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก  
 R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก  
 N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

(2.2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$r = \frac{Ru - Rl}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 Ru แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

RI แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

(3) หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (ลัดดาวัลย์ เพชรไพโรจน์ และอัจฉรา ธานีประศาสน์, 2545, น. 148-149)

$$r_{KR-20} = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{KR-20}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 k แทน จำนวนข้อสอบ  
 p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p  
 S<sup>2</sup> แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

### 3.6.2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

#### (1) วิเคราะห์หาผลการเรียนที่เพิ่มขึ้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามแนวคิดของ Hake (1998 อ้างถึงใน อภิสทิธิ์ ชงไชย, 2556) วิเคราะห์หาผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ด้วยการวัดผลจากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยงานวิจัยนี้จะวัดผลการเรียนรู้รายชั้น และ รายบุคคล ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{[(\%Post-test) - (\%Pre-test)]}{[(100\%) - (\%Pre-test)]}$$

โดยที่  $\langle g \rangle$  คือ ค่า Normalized Gain  
 % Post – test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลัง เรียนเป็นเปอร์เซ็นต์  
 % Pre – test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อน เรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ค่า Normalized Gain สามารถแบ่งระดับ ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

“High Gain” หมายถึง ได้ค่า  $\langle g \rangle \geq 0.7$

“Medium Gain” หมายถึง ได้ค่า  $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$

“Low Gain” หมายถึง ได้ค่า  $0.3 > \langle g \rangle \geq 0.0$



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน 70 % และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีแบบบันทึกภาคสนาม แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

สรุปผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร

สิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุงและเพิ่มเติมในแต่ละวงจร

4.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหายใจระดับเซลล์

**4.1 ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมของครู นักเรียน และแบบบันทึกภาคสนามในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**

วงจรการเรียนรู้ที่ 1

**4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (ไกลโคไลซิสและการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ)**

### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยและคุณครูที่เลี้ยงร่วมกันวิเคราะห์สำรวจปัญหาและสิ่งที่ต้องการให้มีในการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากการศึกษาการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน โดยเป็นเนื้อหาในส่วนของเรื่อง ไกลโคไลซิส และการสร้างแอซิดิลโคเอนไซม์ เอ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงมีการจัดการเรียนรู้โดยสร้างประเด็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ และให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการสำรวจปัญหาข้างต้นร่วมกับคุณครูที่เลี้ยง สรุปได้ว่าการศึกษาการหายใจระดับเซลล์ (ไกลโคไลซิสและการสร้างแอซิดิลโคเอนไซม์ เอ) เมื่อศึกษาจากรูปภาพหรือหนังสือมีเนื้อหาและมีรายละเอียดที่ค่อนข้างซับซ้อน และด้วยเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างละเอียดและเข้าใจอย่างแท้จริงได้ จึงลงความเห็นให้นักเรียนศึกษาการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนจากวีดิทัศน์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยมีการออกแบบการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

### ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) กำหนดปัญหา ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียน โดยการทดลองเผาน้ำตาล เพื่อดูปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสถานะที่มีออกซิเจน จะได้ผลิตภัณฑ์คือ พลังงาน น้ำ ( $H_2O$ ) และ คาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ออกมา ซึ่งพลังงานที่ได้นี้จะสูงมาก และพลังงานนี้ก็เท่ากับพลังงานที่ร่างกายของเราได้รับจากน้ำตาลและเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาเพียงขั้นตอนเดียว จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามกับนักเรียนว่าร่างกายของเราก็ต้องเผาไหม้ น้ำตาลเพื่อให้เกิดพลังงานเช่นเดียวกับการทดลอง แต่เพราะเหตุใดร่างกายจึงสามารถปลดปล่อยพลังงานออกมาได้โดยไม่ได้รับอันตรายใด ๆ

2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นจึงให้นักเรียนปรึกษาร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาค้นคว้า แหล่งข้อมูลที่จะใช้ค้นคว้าข้อมูล และแบ่งหน้าที่ในการศึกษาหาข้อมูลและจดบันทึกข้อมูลและความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งค้นคว้าต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในบทเรียน ตามการแบ่งหน้าที่ในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา และสรุปเป็นข้อความสั้น กระชับที่สามารถสรุปใจความสำคัญของ

ข้อมูลที่แต่ละคนสามารถสืบค้นได้ โดยครูต้องคอยกระตุ้นเพิ่มเพื่อให้นักเรียนที่เป็นสมาชิกในแต่ละกลุ่มตั้งใจค้นคว้าว่าข้อมูลในประเด็นปัญหาดังกล่าว

4) สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มสนทนากันภายในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาโดยมีสมาชิกในกลุ่มทำหน้าที่จดบันทึกความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละคน เพื่อนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ และครูจะคอยแนะนำและอธิบายชี้แนวทางเพิ่มเติมว่าครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่

จากนั้นครูเฉลยคำตอบจากประเด็นปัญหาที่ว่า ร่างกายของเรามีการเผาไหม้ น้ำตาลเพื่อให้เกิดพลังงานเช่นเดียวกับการเผาไหม้ น้ำตาลในวิดีโอ แต่เพราะเหตุใดร่างกายจึงสามารถปลดปล่อยพลังงานออกมาได้โดยไม่ได้รับอันตรายใด ๆ

5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการสรุปความคิดเห็นที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากประเด็นปัญหา จากนั้นอภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ หรือต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม ครูคอยอธิบายเสริมตอบในปัญหาที่นักเรียนสงสัย และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้และซักถาม หรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมกันระหว่างกลุ่มได้ โดยมีครูคอยแนะนำเพื่อปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องและให้คำชมเชยสำหรับนักเรียนที่สามารถเป็นแบบอย่างได้

6) นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่า หากนักเรียนมีโอกาสได้เผยแพร่ความรู้สู่ชุมชน จะนำเสนออย่างไรให้บุคคลทั่วไปเข้าใจและสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยเริ่มจากสมาชิกในครอบครัว เพื่อน และประชาชนทั่วไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ในขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตและรวบรวมข้อมูลโดยได้ทำการจดบันทึกไว้ในเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกต พฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจสอบการจัดการเรียนรู้จากวิดีโอที่บันทึก ผลงาน และบันทึกการจัดการเรียนรู้ในครั้งนีลงในแบบบันทึกภาคสนาม (Field Note)

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ สะท้อนผลการเรียนรู้จากแบบบันทึกสนาม ที่ผู้วิจัยบันทึก แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ ผู้ช่วยวิจัยบันทึก โดยได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

##### ความคิดเห็นของผู้วิจัยจากแบบบันทึกภาคสนาม

นักเรียนโดยส่วนมากให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้นว่าเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ สังเกตได้จากการร่วมตอบคำถามในชั้นเรียนก่อนการเข้าร่วมกลุ่ม การนั่งฟังประเด็นปัญหาในชั้นสงสัยด้วยความตั้งใจ การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ร่วมตอบคำถาม แต่นักเรียนยังไม่มี ความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นมากนัก เพราะยังมีความกังวลเรื่อง การตอบผิด จึงมีเสียงเบาในการตอบ และมีการตั้งประเด็นปัญหาไม่ตรงประเด็นเท่าที่ควรเนื่องจาก ขาดความมั่นใจและวิเคราะห์เนื้อหาได้ยังไม่ครบถ้วน ครูจึงต้องอธิบายซ้ำและย้ำถึงประเด็นปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และนักเรียนค่อนข้างจะลืมนเร็ว จึง มีการถามย้ำ ๆ ในช่วงที่ต้องมีการระดมความคิด การสรุปวิเคราะห์ผล จะมีนักเรียนบางส่วน (1-2 คน) ที่ยังไม่มีความตั้งใจ มีการหยอกล้อเล่นกัน ทำให้ครูต้องเข้าไปตักเตือนเพื่อไม่ให้กวนสมาธิ เพื่อน จากการสังเกตนักเรียนต่างค้นหาข้อมูลเจียบๆ และยังไม่มีความกระตือรือร้นเท่าที่ควร ใน ส่วนของการนำเสนอองค์ความรู้ระหว่างกลุ่ม นักเรียนยังคงมีความบกพร่องในเรื่องของการใช้ภาษา ในการสื่อสาร เพราะนักเรียนอาจจะไม่ได้นำเสนอมาจากความเข้าใจของตนเองแต่เป็นการนำเสนอ จากบทความจากแหล่งข้อมูลในอินเทอร์เน็ต การสรุปผลยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาความรู้จากประเด็น ปัญหาและสิ่งที่ต้องการจะศึกษา จึงทำให้แสดงความคิดเห็นออกมายังไม่ตรงประเด็นเท่าที่ควร ครู จึงต้องอธิบายและชี้นำไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาอยู่หลายครั้ง เพราะนักเรียนค่อนข้างที่จะจับ ประเด็นสำคัญไม่ได้ ในด้านของการเผยแพร่ความรู้ยังไม่สามารถตกผลึกและส่งต่อองค์ความรู้ได้

##### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย

##### แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (ไกล โคลไลซิส และการสร้างแอซิติล โคเอนไซม์ เอ) ได้มีการนำเอาตัวอย่างวิดีโอเกี่ยวกับการเผาไหม้ น้ำตาลซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปถึงกระบวนการย่อยทั้ง 4 ขั้นตอนได้ ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และมีความต้องการที่ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลต่อ ซึ่งเป็นวิธีการที่ดี เพราะนอกจากที่นักเรียนจะได้

เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนแล้ว ยังทราบถึงความจำเป็นที่กระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนจำเป็นต้องแบ่งชั้นตอนย่อย ๆ เป็น 4 ชั้นตอนและเป็นการเปิดประเด็นปัญหาที่น่าสนใจและนักเรียนกระตือรือร้นที่จะสืบค้นข้อมูลและสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ดี มีการคอยช่วยเหลือนักเรียนที่ดี เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง แต่ยังคงไม่ได้หมด ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่ตั้งใจค้นคว้าหาข้อมูล สื่อการสอนมีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแต่ใช้เวลากับขั้นสังเคราะห์ความรู้เกินเวลาที่กำหนด ทำให้ต้องลดเวลาในการนำเสนอความคิดเห็นของสมาชิกแต่ละกลุ่มในชั้นเรียน

#### แบบบันทึกพฤติกรรมกรเรียนของนักเรียน

นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ แต่เมื่อนักเรียนต้องมีการตอบคำถาม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความมั่นใจในการตอบคำถาม แม้ว่าจะเป็นคำถามปลายเปิดที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลายก็ตาม ทำให้นักเรียนไม่ได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ในส่วนของสื่อการสอน ถ้าครูเปิดวิดีโอหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเข้ามาในบทเรียน นักเรียนจะมีความสนใจและตั้งใจดูและรับฟังเป็นพิเศษ ในส่วนของกรนำเสนอองค์ความรู้นักเรียนยังขาดความมั่นใจ พูดเสียงเบาไม่ชัดเจน และใช้ภาษาในการสื่อสารได้ยังไม่ดีนัก ทำให้อสมาชิกในชั้นเรียนไม่เข้าใจสิ่งที่เป็นองค์ความรู้ได้อย่างเต็มที่

สรุปผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และ สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (ไกลโคไลซิสและการสร้างแอซิดิลโคเอนไซม์ เอ)

นักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการชมวิดีโอในสื่อการสอน ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ได้ โดยประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและแสดงความคิดเห็น แต่เนื่องจากขาดความมั่นใจ ทำให้ไม่สามารถสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ดีมากนัก แต่จากการสังเกตนักเรียนยังไม่สามารถสรุปและดกลีองค์ความรู้จากแหล่งข้อมูลได้ทั้งหมด ทำให้ยังไม่สามารถสื่อสารออกมาได้อย่างคนที่ใจอย่างแท้จริง สังเกตได้จากการอ่านเนื้อความที่จดบันทึกมาจากแหล่งข้อมูลในขณะที่แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนระหว่างกลุ่ม

ผลจากการนำความคิดเห็นที่รวบรวมได้ไปปรึกษากับผู้ช่วยวิจัย ได้ข้อสรุปว่าสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป ได้แก่

- 1) กระตุ้นให้นักเรียนสงสัยและเกิดการตั้งประเด็นปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูล โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องสั่ง
- 2) ตักเตือนคนที่หยอกล้อกับเพื่อนภายในกลุ่มให้เห็นความสำคัญของการรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง และตั้งใจทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
- 3) ออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงบทบาทหน้าที่ของตนเองหรือสร้างใบกิจกรรมที่มีความท้าทายและให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดร่วมกันเพิ่มมากขึ้น และฝากให้นักเรียนไปอ่านนอกเวลาเรียน และร่วมอภิปรายความรู้เพิ่มเติมให้กับนักเรียน

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 1 (วงจรถี 1)

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไขปัญหา	ผลสรุป
นักเรียนขาดความมั่นใจ ตกผลึกองค์ความรู้และส่งต่อองค์ความรู้ไม่ได้ ไม่เข้าใจข้อมูลที่ได้จากการค้นหาลักษณะแท้จริง	-กระตุ้นให้นักเรียนสร้างประเด็นปัญหาและค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง -ควบคุมชั้นเรียนให้ดียิ่งขึ้น -ออกแบบการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงบทบาทหน้าที่ของตนเอง	นักเรียนเห็นความสำคัญของการกำหนดปัญหาที่ชัดเจนแต่ยังขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น

#### 4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (วัฏจักรเครบส์)

##### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันวิเคราะห์ นำปัญหาและสิ่งที่ต้องการแก้ไขจากแผนการเรียนรู้ที่ 1 มาแก้ไขและร่วมกันหาแนวคิดที่จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสารในแต่ละขั้นตอน เหตุผลของการเปลี่ยนแปลงและเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยน โดยให้นักเรียนสามารถอธิบายที่มาของสารตั้งต้นรวมถึงชนิดและจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่เกิดในวัฏจักรเครบส์ได้ โดยสามารถเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์แต่ละตัวซึ่งจะทำให้ทราบว่าพลังงานและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเกิดได้อย่างไร

## ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 1) กำหนดปัญหา

ผู้วิจัยได้นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนถึงกระบวนการก่อนหน้าซึ่งก็คือกระบวนการของขั้น ไกลโคไลซิสและการสร้างอะซิติกโคเอนไซม์ เอ เกี่ยวกับบริเวณที่เกิดผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาใช้ในการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมาเป็นสารตั้งต้นในขั้นวัฏจักรเครบส์ จากนั้นเปิดวิดีโอแสดงขั้นตอนการเกิดวัฏจักรเครบส์ และมีการตั้งประเด็นคำถามว่าวัฏจักรเครบส์สำคัญอย่างไร และผลิตภัณฑ์ที่เกิดมีอะไรบ้าง ก็โมเลกุลต่อกลูโคส 1 โมเลกุล

### 2) ทำความเข้าใจกับปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นย้ำถึงประเด็นปัญหาจากขั้นตอนการสร้างประเด็นปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่สารตั้งต้นของการเกิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นตอนและเอนไซม์ที่ทำหน้าที่กระตุ้นในแต่ละขั้นตอน เหตุผลที่มีการเปลี่ยนแปลงจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ตัวสุดท้ายและการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างเคมีและความเสถียรของผลิตภัณฑ์แต่ละตัว จากนั้นร่วมกันวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลและกำหนดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลก่อนที่จะอภิปรายถึงองค์ความรู้ร่วมกัน

### 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้จากขั้นตอนการทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อลงมือสืบค้นข้อมูลแล้วต้องมีการบันทึกข้อมูลโดยสมาชิกที่ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลที่ได้จากสมาชิกแต่ละคน ในบางกลุ่มยังขาดความตั้งใจในการสืบค้นข้อมูลเนื่องจากมีนักเรียนบางคนที่ได้รับมอบหมายจากสมาชิกในกลุ่มแต่ไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์จึงทำให้สมาชิกในกลุ่มไม่ไว้วางใจนักเรียนคนดังกล่าว ครูจึงต้องคอยสังเกตและกระตุ้นให้นักเรียนบางคนที่ไม่มีความตั้งใจให้ตระหนักถึงการรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย และคำนึงถึงประโยชน์ของส่วนรวม

### 4) สังเคราะห์ความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเรื่องการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน ในขั้นของวัฏจักรเครบส์ว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดคืออะไร และในแต่ละขั้นมีเอนไซม์ชนิดใดทำหน้าที่ในการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลง จากการสังเกตพบว่านักเรียนบางคนที่มีความเห็นต่างจากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มแต่มีการยอมรับฟังความเห็นของสมาชิกในกลุ่ม แต่มีนักเรียนบางคนที่สามารถสังเกตเห็นได้

ชัดว่ามีการอภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่มน้อยมาก เนื่องจากยังขาดความมั่นใจในการร่วมแสดงความคิดเห็นอยู่ และมีการมาสอบถามครูหลังจบการสอนในคาบนั้นเนื่องจากมีความเห็นต่างจากเพื่อนแต่ไม่กล้าที่จะแย้งในขณะที่มีการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม เพราะขาดความมั่นใจและกังวลว่าเพื่อนจะไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของตน ทำให้ครูต้องมีการแนะนำว่าการแสดงความคิดเห็นเป็นเรื่องที่ดี แม้ว่าบางครั้งอาจจะมีการแสดงความคิดเห็นที่ขัดแย้งกัน แต่ความเห็นต่างคือจุดเริ่มต้นของการสร้างองค์ความรู้ใหม่ นักเรียนมีท่าทีเข้าใจและรับปากว่าจะพยายามเปลี่ยนทัศนคติและมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

#### 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม จากนั้นมีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกลุ่ม ซึ่งในการแลกเปลี่ยนนี้ก็มีทั้งกลุ่มที่มีความคิดเห็นคล้ายกันและมีความคิดเห็นที่แตกต่างซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีเหตุผลเพื่อนำมาสนับสนุนแนวคิดของกลุ่มตน ซึ่งครูจะคอยแทรกประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้นและหลากหลายมากขึ้น หรือเมื่อบางกลุ่มที่ยังขาดเหตุผลสนับสนุนองค์ความรู้ของกลุ่มตน ครูจะตั้งประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนสงสัยและค้นหาคำตอบเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางไปสู่การหาเหตุผลเพื่อเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ที่นักเรียนควรจะได้รับจากการเรียนเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ในชั้นของวัฏจักร Krebs ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมประเด็นมากที่สุด

#### 6) นำเสนอและประเมินผลงาน

นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่า หากนักเรียนมีโอกาสได้เผยแพร่ความรู้ต่อ จะสื่อสารอย่างไรให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย เกี่ยวกับความจำเป็นที่การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนในชั้นของวัฏจักร Krebs จะมีความซับซ้อนหลายขั้นตอน

#### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ในขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตและรวบรวมข้อมูลโดยได้ทำการจดบันทึกไว้ในเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจสอบการจัดการเรียนรู้จากวีดิทัศน์ที่บันทึก ผลงาน และบันทึกการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้อยู่ในแบบบันทึกสนาม (Field Note)



#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ สะท้อนผลการเรียนรู้จากแบบบันทึกสนาม ที่ผู้วิจัยบันทึก แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนที่ ผู้ช่วยวิจัยบันทึก โดยได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

##### ความคิดเห็นของผู้วิจัยจากแบบบันทึกภาคสนาม

นักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นปัญหาที่ครูตั้งขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกับเนื้อหาเรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนในขั้นตอนของวัฏจักรเครบส์ ซึ่งเมื่อทำการตั้งคำถาม เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน นักเรียนสามารถตอบได้ แต่เมื่อตั้งประเด็นปัญหาต่อ ว่า แล้วเพราะเหตุใดผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นจึงจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แล้วการเปลี่ยนแปลงของ สารผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีเอนไซม์เข้ามาทำหน้าที่ช่วยหรือไม่หรือสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ต้องอาศัยสารอื่น แล้วถ้าหากในขั้นตอนของวัฏจักรเครบส์ไม่มีเอนไซม์จะเกิดอะไรขึ้น มีผลอย่างไร ต่อวัฏจักร เมื่อนักเรียนได้รับประเด็นปัญหาจึงทำให้เกิดความสงสัยแล้วต้องการหาคำตอบ นำไปสู่ การวางแผนเพื่อแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งจากการ สังเกตของผู้ช่วยวิจัยพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาคำตอบ เนื่องจากประเด็นปัญหา ทำให้เกิดความคิดต่าง นักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ทำให้ต่าง ค้นหาคำตอบเพื่อยืนยันความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งทำให้บรรยากาศการเรียนมีความครึกครื้น แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีความมั่นใจที่จะแสดงความคิดเห็น ด้วยความกังวลที่ว่ากลัวความคิดเห็น เหล่านั้นผิดแล้วจะส่งผลทำให้ข้อมูลที่จะต้องนำไปใช้เพื่อการนำเสนอแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ระหว่างกลุ่มจะผิดหรือเพื่อนสมาชิกในกลุ่มจะไม่ยอมรับความคิดเห็นของตน ครูจึงต้องคอยพูด กระตุ้นถึงความมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและการยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง นอกจากนี้ ยังได้กำชับเพิ่มเติมอีกว่า การจะกล่าวอ้างถึงองค์ความรู้ใด ๆ นักเรียนต้องคัดกรองแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ และต้องหาข้อมูลและเหตุผลเพื่อมาประกอบคำตอบของนักเรียนอยู่เสมอ และต้องอ้างอิง ถึงแหล่งที่มาของข้อมูลทุกครั้ง

##### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย

##### แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู

มีการสร้างประเด็นปัญหาจากความจริงที่นักเรียนคิดว่ารู้อยู่แล้วจากตำราเรียน ทำให้เกิดความท้าทายและสร้างความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ ครูเว้นช่วงให้นักเรียนได้ ตอบคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้า โดยมีครูคอยช่วยเหลือ แนะนำในการดำเนิน

วางแผนงานมีการตรวจสอบ ปรับแก้ เพื่อให้เกิดความถูกต้องของแผนการดำเนินงาน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง คอยให้กำลังใจในการทำงาน แนะนำแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพิ่ม คอยกระตุ้น แนะนำในการสรุปผลให้เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ เสียงดังฟังชัด แต่เวลาในการทำงานค่อนข้างรักษาเวลาได้ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนเริ่มมีความสนใจมากขึ้น วางตัวได้เหมาะสม มีบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน

### แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้ครูได้นำสิ่งที่ เป็นข้อเท็จจริงมาสร้างเป็นประเด็นปัญหา กล่าวคือ นักเรียนสามารถรู้จากการอ่าน ในหนังสือเรียนว่า ในวัฏจักรครบสัปดาห์มีการเปลี่ยนแปลงสารชนิดต่าง ๆ โดยมีเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เป็นตัวช่วย แต่องค์ความรู้เหล่านี้เป็นองค์ความรู้ประเภทความจำ ซึ่งครูตั้งประเด็นคำถามต่อจากองค์ความรู้เหล่านี้ว่าเพราะเหตุใดต้องมีการเปลี่ยนแปลงหลายขั้นตอนจนเกิดเป็นวัฏจักร การตั้งคำถามในลักษณะนี้ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ขึ้นแรกคือแสดงความคิดเห็นตามมุมมองของแต่ละคน ยังไม่มีข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน แต่เมื่อเริ่มมีความคิดเห็นที่แตกต่างหลากหลาย นักเรียนแต่ละคนต้องการที่จะพิสูจน์ว่าความคิดเห็นของใครที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงสิ่งที่ถูกต้องมากที่สุด การที่ครูตั้งประเด็นปัญหากับที่สิ่งเป็นความจริงเช่นนี้ ทำให้นักเรียนเกิดความท้อแท้ เพราะไม่เคยมีข้อสงสัยกับข้อเท็จจริงนี้มาก่อน การที่นักเรียนกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนครึกครื้น เมื่อครูแบ่งกลุ่มให้ พบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่มีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น เนื่องจากกังวลว่าสมาชิกในกลุ่มจะไม่เชื่อถือข้อมูลของตนเอง จนกระทั่งเมื่อครูแนะนำเรื่องการหาข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนองค์ความรู้ นักเรียนจึงมีความมั่นใจในการนำเสนอข้อมูลที่ตนเองค้นคว้ามากขึ้น แต่ยังไม่เต็มทีมาก

สรุปผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (วัฏจักรเครบส์)

นักเรียน โดยส่วนมากให้ความสนใจกับประเด็นปัญหาที่ครูถาม มีความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ เนื่องจากเป็นคำถามที่มีความท้าทาย ยิ่งทำให้เกิดความหลากหลายของการหาคำตอบและแสดงความคิดเห็น โดยเฉพาะเมื่อมีการมอบหมายให้หาคำตอบเป็นกลุ่มโดยระดมความคิดเห็นภายในสมาชิกในกลุ่มเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เหล่านั้นกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ พบว่านักเรียนหลาย ๆ คนตั้งใจค้นหาข้อมูลและให้ความสำคัญกับบทบาทของตนเองเป็นอย่างมาก เพราะครูคอยพูดอยู่เสมอว่า นักเรียนทุกคนในห้องคือหัวใจหลักในการเรียน

ดังนั้นนักเรียนต้องสรุปองค์ความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่มเข้าใจ ไม่ใช่เพื่อให้ครูเข้าใจเพียงคนเดียว เพราะครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ที่คอยสังเกตการณ์และให้คำแนะนำเพียงเท่านั้น ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ที่จะตัดสินความรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนภูมิใจในบทบาทของตนเอง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่มีความมั่นใจที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ครูจึงต้องให้คำแนะนำและให้กำลังใจต่อไป

สิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป

ผลจากการนำความคิดเห็นที่รวบรวมได้ไปปรึกษากับผู้ช่วยวิจัย ได้ข้อสรุปว่าสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป ได้แก่

- 1) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหน้าที่ของตนเอง
- 2) การหาข้อมูลจากแหล่งค้นคว้าที่น่าเชื่อถือ และการอ้างอิงแหล่งข้อมูลทุกครั้งเพื่อไม่เป็นการละเมิดสิทธิ์ของเจ้าของผลงานการวิจัยหรือข้อมูลต่าง ๆ

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 (วงจรถัดไป)

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไขปัญหา	ผลสรุป
ในการทำงานเป็นกลุ่มนักเรียนยังไม่ให้ความสำคัญกับบทบาทของตนเอง ขาดความกระตือรือร้นในการหาข้อมูล	-กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหน้าที่ตนเอง -แนะนำเรื่องการหาแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือและไม่ลอกเลียนแบบงานผู้อื่น	นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญในการหาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และตั้งใจหาข้อมูลมากขึ้น

วงจรถัดไป

4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (การถ่ายทอดอิเล็กตรอน)

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันวิเคราะห์ นำปัญหาและสิ่งที่ต้องการแก้ไขจากแผนการเรียนรู้ที่ 2 มาแก้ไขและร่วมกันหาแนวคิดที่จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจแสดงความ

คิดเห็นและการยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างมากขึ้น และเข้าใจขั้นตอนต่อไปของการหายใจระดับเซลล์ คือ กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอน โดยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายถึงการเกิดปฏิกิริยาในแต่ละขั้นได้

## ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีการรวบรวมบางขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 และ 2 โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยวิเคราะห์แล้วสรุปได้ว่าสามารถรวมบางขั้นตอนได้ จึงรวมขั้นตอนที่ 1 และ 2 (ขั้นกำหนดปัญหาและขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา) และขั้นที่ 4 และ 5 (ขั้นสังเคราะห์ความรู้และขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ) เป็นข้อเดียวกัน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จึงมีการจัดขั้นตอนการเรียนรู้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 1) กำหนดปัญหา

ผู้วิจัยได้นำเข้าสู่บทเรียน โดยการใช้วิดีโอจากการ์ตูน โคนันเจ้าหนูยอดนักสืบ โดยเนื้อหาในวิดีโอเกี่ยวกับการฆาตกรรมโดยใช้ยาพิษ (โพแทสเซียมไซยาไนด์) ซึ่งมีผลต่อกระบวนการหายใจระดับเซลล์ โดยครูได้ตั้งประเด็นปัญหาต่อว่า ยาพิษดังกล่าวมีผลอย่างไร และมีผลต่อขั้นตอนใดของการหายใจระดับเซลล์ เพื่อหาสาเหตุของการเสียชีวิตของชายที่เป็นตัวละครในการ์ตูนดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนสันนิษฐานและตั้งสมมติฐานถึงชนิดของยาพิษที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิต โดยที่ครูจะถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเบื้องต้น โดยที่ยังไม่ได้ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม โดยที่รับฟังทุกความคิดเห็น เนื่องจากการเสียชีวิตที่เป็นปริศยานี้มีสาเหตุมาจากยาพิษเข้าขัดขวางกระบวนการทำงานของการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนจึงมีการสันนิษฐานถึงชนิดของสารพิษและวิธีที่คนร้ายทำให้ผู้เสียชีวิตรับสารพิษเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วที่สุด

### 2) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายเทอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ และนักเรียนแต่ละคนเริ่มค้นคว้าหาข้อมูลอย่างตั้งใจ การสืบค้นข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเป็นรายบุคคล เนื่องจากประเด็นปัญหาเป็นประเด็นที่สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย นักเรียนทุกคนมีความตั้งใจค้นคว้าข้อมูลและจดบันทึกข้อมูลของตนเองเป็นอย่างมาก ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนค่อนข้างเงียบ เพราะนักเรียนจดจ่ออยู่กับการค้นคว้าของตนเอง ซึ่งต่างจากการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ที่ผู้วิจัยมีการมอบหมายให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลเป็นกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้มีความ

ครีกครั้งมากกว่า จากนั้นครูแจ้งให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนข้าง ๆ แล้วเสนอความคิดเห็นของตนเอง พร้อมกับบอกเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็นของตน จากการสังเกตพบว่า มีทั้งนักเรียนที่มีความคิดเห็นตรงกันกับคู่ของตน และเหตุผลที่นำมาสนับสนุนคำตอบก็ตรงกันหรือกรณีที่คำตอบและเหตุผลแตกต่างกัน และในกรณีที่ความคิดเห็นไม่ตรงกัน นักเรียนก็ได้มีการอธิบายหลักเหตุผลของตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของอีกฝ่ายแม้ว่าจะขัดแย้งกัน มีเพียงบางคู่เพียงเท่านั้นที่มีการโต้แย้งกัน โดยที่แต่ละฝ่ายมีความมั่นใจในคำตอบของตนเองทำให้ไม่ได้ข้อสรุปของคำตอบที่ลงตัว ครูต้องให้คำแนะนำว่านักเรียนไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนคำตอบให้เหมือนคำตอบของเพื่อนอีกฝ่าย เพียงแต่ยอมรับความคิดเห็นของซึ่งกันและกัน และไม่ด่วนตัดสินว่าความคิดเห็นที่แตกต่างจากของตนคือความคิดที่ผิด เพราะนักเรียนมีเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนคำตอบของตนเองทุกคน แต่นักเรียนสามารถแนะนำและยอมรับคำแนะนำของอีกฝ่ายได้เช่นกัน

### 3) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

ครูทำการสุ่มให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายคำตอบของตัวเอง โดยบอกว่าคู่ที่ทำการศึกษาคือใคร มีความเห็นตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงให้บอกคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมเหตุผลประกอบ ถ้าต่างกันให้บอกคำตอบของแต่ละคนพร้อมเหตุผลประกอบเช่นกัน จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ หรือต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม จากนั้นครูอธิบายสาเหตุการเสียชีวิตของชายในการ์ตูนดังกล่าวว่าสาเหตุคือชายคนดังกล่าวได้รับสารพิษประเภท โปแทสเซียมไซยาไนด์ ซึ่งเป็นยาพิษที่มีผลต่อกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (ในขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transfer system)) และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยใช้เว็บไซต์ Kahoot เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม โดยครูคอยอธิบายเสริมให้เข้าสู่ คำตอบของปัญหาที่นักเรียนสงสัย

### 4) นำเสนอและประเมินผลงาน

นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่า หากนักเรียนมีโอกาสได้เผยแพร่ความรู้ต่อ จะสื่อสารอย่างไรให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย เกี่ยวกับอันตรายของสารพิษประเภทไซยาไนด์ เนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การดื่มหม้อไม่ไม่สุก ทำให้ผู้ที่บริโภคหม้อไม่ดิบมีภาวะการหายใจขัดข้อง แน่นหน้าอกหรืออาจเสียชีวิตได้

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ในขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตและรวบรวมข้อมูลโดยได้ทำการจดบันทึกไว้ในเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจสอบการจัดการเรียนรู้จากวีดิทัศน์ที่บันทึก ผลงาน และบันทึกการจัดการเรียนรู้ในครั้งนีลงในแบบบันทึกสนาม (Field Note)

### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ สะท้อนผลการเรียนรู้จากแบบบันทึกสนามที่ผู้วิจัยบันทึก แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมเรียนของนักเรียนที่ผู้ช่วยวิจัยบันทึก โดยได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

#### ความคิดเห็นของผู้วิจัยจากแบบบันทึกสนาม

นักเรียนให้ความสนใจการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้สื่อการ์ตูนที่นักเรียนส่วนใหญ่ชื่นชอบมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเป็นประเด็นปัญหาที่สร้างต่อเนื่องจากเนื้อเรื่องในการ์ตูนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งสร้างความสนใจให้นักเรียนเป็นอย่างมาก นักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นที่จะตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ ทั้งคำตอบที่มีเหตุผลที่ถูกต้อง และการสันนิษฐานคำตอบที่ยังไม่ถูกต้อง แต่สังเกตเห็นได้ชัดว่านักเรียนตื่นตัวตั้งใจกับประเด็นปัญหานี้เป็นอย่างมาก ส่งผลให้บรรยากาศในห้องเรียนสนุกสนานและครึกครื้น ซึ่งผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและอภิปรายคำตอบพร้อมหาข้อมูลมาสนับสนุน โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่ให้ร่วมปรึกษารออภิปรายคำตอบถึงสาเหตุการตายของตัวละครในการ์ตูนเป็นคู่ เพื่อฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การกล้าแสดงความคิดเห็น และการยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง ซึ่งจากการสังเกตพบว่ามีนักเรียนบางคู่ที่ความคิดเห็นไม่ตรงกันและมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองมากเกินไป ผู้วิจัยจึงได้กล่าวถึงทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนเหล่านั้นยอมรับฟังความคิดเห็นของอีกฝ่ายแล้วตกลงกันว่าจะรอฟังสิ่งที่ครูจะสรุปให้ฟังร่วมกันตอนท้ายชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันน้อยกว่าการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้อภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนส่วนใหญ่แลกเปลี่ยนคำตอบกับคู่ของตนเองพร้อมกับถามถึงข้อมูลในการสนับสนุนคำตอบของอีกฝ่าย นักเรียนส่วนใหญ่เมื่อรู้คำตอบและเหตุผลก็จบการอภิปรายเพียงเท่านั้น มีเพียงบางคู่ที่ความคิดเห็นไม่ตรงกันจึงเกิดการโต้เถียงเพื่อแลกเปลี่ยนความ

คิดเห็นกัน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ได้แลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายและยอมรับความคิดเห็นของอีกฝ่าย

### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย

#### แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู

ผู้วิจัยเลือกใช้สื่อเป็นการกระตุ้นที่นักเรียนส่วนใหญ่ชื่นชอบ ทำให้นักเรียนให้ความสนใจกับการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก และมีการตั้งประเด็นปัญหาเป็นระยะ ๆ ตลอดการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ผู้วิจัยมีการสร้างบรรยากาศเป็นกันเองกับนักเรียน ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและซักถามในประเด็นที่สงสัย โดยที่ผู้วิจัยไม่ด่วนตัดสินคำตอบของนักเรียน และคอยกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่แสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้ที่อยู่เสมอ ๆ

#### แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูได้นำเหตุการณ์จากการ์ตูนชื่อดังมาเป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างดี และครูตั้งประเด็นปัญหาจากเนื้อเรื่องในการ์ตูน จากนั้นเชื่อมโยงมาสู่เนื้อหาทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะค้นหาคำตอบ เนื่องจากเป็นการกระตุ้นที่นักเรียนส่วนใหญ่ชื่นชอบทำให้บรรยากาศในห้องเรียนครึกครื้นและเต็มไปด้วยการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย

สรุปผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (การถ่ายทอดอิเล็กตรอน)

เนื่องจากครูใช้คำถามที่ท้าทายและกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนทำให้นักเรียนตั้งใจค้นหาข้อมูลเป็นอย่างมาก แต่ครุมอบหมายให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเป็นคู่ จึงไม่ได้แลกเปลี่ยนและยอมรับองค์ความรู้ที่หลากหลายเพื่อตกผลึกองค์ความรู้ แต่เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นคู่ ทำให้การสรุปและตกผลึกองค์ความรู้ใช้เวลานาน ครูจึงจำเป็นต้องสรุปข้อมูลทั้งหมดเพื่อป้องกันความสับสนเนื่องจากความคิดเห็นมาจากหลายคู่และค่อนข้างหลากหลาย ต่างจากการสรุปองค์ความรู้เป็นกลุ่ม ที่ผ่านการวิเคราะห์ร่วมกันภายในกลุ่มมาแล้วทำให้ข้อมูลค่อนข้างครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้นครูจึงสามารถสรุปและอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมบางส่วนเพียงเท่านั้น

สิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป  
 ผลจากการนำความคิดเห็นที่รวบรวมได้ไปปรึกษากับผู้ช่วยวิจัย ได้ข้อสรุปว่าสิ่งที่  
 ควรแก้ไขปรับปรุง และเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป ได้แก่

1) มอบหมายให้นักเรียนอภิปรายเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อลดเวลาในการ  
 วิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มก่อนที่จะนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ  
 วิเคราะห์จากสมาชิกในกลุ่มทุกคนมาอภิปรายระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 3 (วงจรถี 2)

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไขปัญหา	ผลสรุป
ทำงานรายบุคคลและ แลกเปลี่ยนเป็นคู่ทำให้ได้ ความคิดเห็นที่ไม่ หลากหลาย และใช้เวลาใน การสรุปองค์ความรู้นาน	ควรมอบหมายงานเป็นกลุ่มเพื่อลดเวลาใน การวิเคราะห์ เนื่องจากเวลามีจำกัด นักเรียนไม่ได้นำเสนอครบทุกคู่ทำให้เด็ก ขาดการกระตุ้นหรือร่วมในการทำงานครั้ง ถัดไป	นักเรียนค้นหา ข้อมูลเป็นกลุ่ม ทำ ให้มีเวลาในการ อภิปรายร่วมกัน มากขึ้น

### วงจรถี 3

#### 4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

##### ขั้นที่ 1 ชั้นวางแผน

จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและ  
 ค้นคว้าข้อมูลเพื่ออภิปรายเป็นกลุ่ม จากนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้มอบหมายให้  
 นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเป็นรายบุคคล และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยได้มอบหมายงานให้  
 นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเป็นกลุ่มอีกครั้ง ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้การทำงานที่ต้อง  
 ทำงานเพียงคนเดียว และการทำงานที่จำเป็นต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น เพราะนักเรียนต้องเรียนรู้การ  
 กล้าแสดงออกและการแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้เมื่อเกิดการอภิปรายที่มีความเห็นต่างกันของ  
 สมาชิกในกลุ่มนักเรียนต้องยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างได้ โดยที่นักเรียนไม่จำเป็นต้อง  
 เปลี่ยนแปลงคำตอบและข้อมูลของตนให้เหมือนกับเพื่อนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม แต่นักเรียนก็ต้องไม่  
 ตัดสินใจโดยทันทีว่าความคิดเห็นที่แตกต่างคือความคิดเห็นที่ผิด



## ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

### 1) กำหนดปัญหา

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการพูดถึงข่าวคนต่างชาติเป็นตะคริวอย่างรุนแรง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวรุนแรงอย่างเห็นได้ชัดบริเวณขา เนื่องจากการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก (การหมกที่ใต้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติก) และกล่าวถึงกระบวนการหมักยีสต์และให้นักเรียนทำการทดลอง โดยการหมักยีสต์กับน้ำสับประรดภายในหลอดทดลองซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นใช้จุกปิดที่ต่อสายยางต่อเข้ากับหลอดทดลองที่มีอินดิเคเตอร์อยู่ (บรอมไทมอลบลู) จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนสีของบรอมไทมอลบลู ครูตั้งประเด็นคำถามว่าสาเหตุของการเกิดตะคริวคืออะไร บรอมไทมอลบลูเป็นอินดิเคเตอร์วัดคุณสมบัติใด เพราะเหตุใดสีของบรอมไทมอลบลูจึงเปลี่ยน และมีสารบางอย่างเคลื่อนที่จากหลอดของน้ำสับประรดและยีสต์มายังหลอดที่มีอินดิเคเตอร์อยู่ และสารนั้นคือสารชนิดใด นอกจากนี้ครูตั้งประเด็นปัญหาเพิ่มเติมอีกว่า ขั้นตอนการเกิดตะคริวกับขั้นตอนการหมักยีสต์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

### 2) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ครูแจกใบกิจกรรม เรื่องการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและมอบหมายให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้ทำการทดลองเรื่องการหมักยีสต์ โดยครูได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการทำ ซึ่งในการทดลองต้องมีการหยคน้ำมันพืช 2-3 หยดลงในหลอดทดลองที่มีน้ำสับประรดผสมอยู่กับยีสต์ ครูตั้งประเด็นปัญหาว่าทำไมจึงต้องมีการหยคน้ำมันพืชลงในหลอดทดลอง นักเรียนสนใจในประเด็นคำถามนี้และพยายามปรึกษากันกับสมาชิกภายในกลุ่มเบื้องต้น โดยที่ยังไม่ได้มีการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูล จากนั้นนักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไป และเริ่มมีการแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำมาตอบคำถามในหลายๆประเด็นคำถามจากการทดลอง และนักเรียนที่ทำหน้าที่บันทึกสังเกตการณ์ทดลองก็ทำการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลจากการสังเกตนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาข้อมูลเป็นอย่างมากเมื่อมีการทดลองร่วมด้วย นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน คำถามที่กระตุ้นนักเรียนได้เป็นอย่างดีคือ คำถามเกี่ยวกับน้ำมันพืช ซึ่งคำตอบของคำถามนี้จะนำไปสู่คำตอบของประเด็นคำถามอื่น ๆ และนำไปสู่การเชื่อมโยงองค์ความรู้ในเรื่องการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน (การหมัก)

### 3) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

นักเรียนในกลุ่มอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปในการตอบคำถามของประเด็นคำถามในแต่ละข้อ จากนั้นนำข้อสรุปมาอภิปรายระหว่างกลุ่มและเปิดโอกาสให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มสามารถซักถามในประเด็นที่ยังสงสัย จากนั้นครูเฉลยคำตอบจากประเด็นปัญหาในการทดลองการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน และอธิบายกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการหมักทั้งสองประเภท โดยอธิบายเกี่ยวกับการหมักของกรดแลคติกซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดตะกิว และอธิบายถึงการหมักยีสต์และน้ำสับประรดซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้สื่อ PowerPoint และ วิดีโอประกอบการอธิบายเพื่อให้เข้าใจและเห็นภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มซักถามในประเด็นที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม โดยครูคอยอธิบายเสริมคำตอบของปัญหาที่นักเรียนสงสัย

### 4) นำเสนอและประเมินผลงาน

ครูตั้งสถานการณ์ว่าถ้ามีเพื่อนสงสัยในเรื่องของการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน และสงสัยเกี่ยวกับความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรระหว่างการหมักทั้งสองแบบ นักเรียนจะอธิบายอย่างไรให้เพื่อนคนนั้นเข้าใจ และจะยกตัวอย่างอย่างไรให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนในเรื่องการหายใจระดับเซลล์ได้ เพราะการถ่ายทอดและการยกตัวอย่างเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่นักเรียนเรียนรู้ได้ แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องการหายใจระดับเซลล์อย่างแท้จริง

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ในขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตและรวบรวมข้อมูลโดยได้ทำการจดบันทึกไว้ในเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมเรียนของนักเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยตรวจสอบการจัดการเรียนรู้จากวิทัศน์ที่บันทึก ผลงาน และบันทึกการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ลงในแบบบันทึกภาคสนาม (Field Note)

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ สะท้อนผลการเรียนรู้จากแบบบันทึกภาคสนามที่ผู้วิจัยบันทึก แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ผู้ช่วยวิจัยบันทึก โดยได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

##### ความคิดเห็นของผู้วิจัยจากแบบบันทึกสนาม

นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในวันนี้มีการทดลองร่วมด้วย เป็นการทดลองเรื่องการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (การหมักทั้ง 2 แบบ) โดยการหมักที่ได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติกนั้นผู้วิจัยได้เปิดวิดีโอจากการนำเสนอข่าวที่นำเสนอเกี่ยวกับชายที่คาดว่าน่าจะเป็นนักกีฬา ซึ่งจากวิดีโอชายคนดังกล่าวมีอาการเจ็บปวดจากการหดตัวอย่างรุนแรงของกล้ามเนื้อบริเวณขา หรือที่เรียกว่าการเกิดตะคริว ซึ่งมีสาเหตุจากการที่กล้ามเนื้อทำงานหนักมากเกินไป นักเรียนให้ความสนใจเนื้อหาข่าวที่นำเสนอในวิดีโอเป็นอย่างมาก เพราะเป็นเรื่องที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นอาการที่สามารถเกิดขึ้นได้กับบุคคลทั่วไป รวมทั้งนักเรียนหลาย ๆ คนก็เคยมีอาการตะคริวเช่นกันแต่อาจจะไม่รุนแรงเท่ากับชายในวิดีโอ ทำให้นักเรียนมีความสนใจเนื่องจากไม่เคยเห็นการบีบตัวของกล้ามเนื้อที่รุนแรงเช่นนี้มาก่อน เมื่อครูตั้งประเด็นปัญหาต่อว่าเพราะเหตุใดชายคนดังกล่าวจึงมีอาการเจ็บปวดอย่างรุนแรง ยังเป็นการกระตุ้นความสงสัยและทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบเป็นอย่างดี

จากนั้นผู้วิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับการหมักอีกแบบหนึ่งคือการหมักแล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์ ผู้วิจัยตั้งประเด็นปัญหาว่า หากนักเรียนมองเห็นหลอดทดลองที่เกิดกระบวนการหมักเกิดขึ้น นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า การหมักที่เกิดขึ้นนั้นได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติกหรือเป็นแอลกอฮอล์ ผู้วิจัยกล่าวต่อว่า การที่อินดิเคเตอร์ในหลอดทดลองเปลี่ยนสีเป็นเพราะว่ามีสารบางอย่างเคลื่อนที่จากหลอดที่เกิดการหมักมายังหลอดที่มีอินดิเคเตอร์อยู่ นักเรียนคิดว่าสารนั้นคือสารชนิดใด เมื่อผู้วิจัยตั้งประเด็นคำถามจึงทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นเป็นอย่างมาก เมื่อนักเรียนทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยก็ได้ตั้งประเด็นปัญหาเพิ่มมากขึ้น เช่นเพราะเหตุใดในการทดลองต้องหยคน้ำมันพืช 1-2 หยดลงในหลอดทดลองที่มีการหมักของยีสต์กับน้ำสับประรด หากเปลี่ยนจากการใช้น้ำสับประรดเป็นน้ำผลไม้ชนิดอื่นจะมีผลต่อการทดลองอย่างไร บั้งจัญที่มีผลต่อการทดลองมีบั้งจัญใดบ้าง (ความเป็นกรดเบส ชนิดและปริมาณของน้ำตาล) นอกจากนี้ก่อนที่ผู้วิจัยจะจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ทดลองทำการทดลอง (การหมักยีสต์และน้ำสับประรด) ปรากฏว่า จุกยางที่ใช้ในการปิดหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด จุกยางจากที่ปิดหลอดอินดิเคเตอร์ได้หลุดออก ผู้วิจัยตั้งประเด็นปัญหาว่า เพราะเหตุใดจุกยางจึงหลุดออกจากหลอดทดลองที่มีอินดิเคเตอร์ ผู้วิจัยกล่าวต่อว่า ไม่มีบุคคลอื่นใช้งานห้องปฏิบัติต่อจากผู้วิจัย ดังนั้นสาเหตุที่จุกยาง

เหตุผลจึงไม่ใช่เพราะมีบุคคลอื่นมาดึงออกอย่างแน่นอน นักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นนี้เป็นอย่างมาก นักเรียนบางส่วนสันนิษฐานได้ถูกต้องทันทีว่า สาเหตุเกิดจากแรงดันของก๊าซที่มาจากการหมักของยีสต์ จากนั้นนักเรียนทำการค้นคว้าหาข้อมูลต่อเพื่อจะนำมาประกอบคำตอบให้ถูกต้องสมบูรณ์

### ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัย

#### แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการทำการทดลองร่วมด้วยทำให้นักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นตาตื่นใจและไม่เกิดความเบื่อหน่ายในชั้นเรียน นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสามารถแยกความแตกต่างของการหมักทั้ง 2 แบบได้จากการค้นหาข้อมูลและเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากผู้วิจัยกระตุ้นความสงสัยของนักเรียน โดยการตั้งประเด็นปัญหาทุกช่วงของการทดลอง เช่น นักเรียนทราบว่า การทดลองที่ทำนั้นเป็นการหมักที่ได้ผลผลิตเป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการค้นหาคำตอบจากประเด็นปัญหาที่ว่า เพราะเหตุใดอินดิเคเตอร์ (บรอมไทมอลบลู) จึงเปลี่ยนสี และเพราะเหตุใด จุกยางถึงหลุดออกจากหลอดทดลองที่มีอินดิเคเตอร์ เมื่อนักเรียนค้นหาคำตอบจนทราบว่า อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เคลื่อนที่จากหลอดที่เกิดการหมักยีสต์กับน้ำสับประรด และก๊าซทำให้เกิดแรงดันจนทำให้จุกยางหลุดออกมา เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ต่อจะทำให้ทราบว่า การเกิดกระบวนการหมักจนได้ผลิตภัณฑ์ออกมาทั้ง 2 แบบนั้นมีความแตกต่างกัน ถ้าการทดลองมีผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย แสดงว่าการหมักที่เกิดขึ้นเป็นการหมักแอลกอฮอล์ เนื่องจากการหมักกรดแลคติกจะไม่ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์ การที่นักเรียนได้วิเคราะห์ในลักษณะนี้ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ที่ยั่งยืนกว่าการที่ครูสอนโดยที่นักเรียนไม่ได้ทำการคิดวิเคราะห์ การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ผ่านการคิดวิเคราะห์และค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกการอภิปรายร่วมกันสมาชิกในกลุ่ม เป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นอีกด้วย

#### แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

นักเรียนให้ความสนใจตั้งแต่เริ่มการจัดการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนครึกครื้นและนักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างมาก นักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นปัญหาและตั้งใจค้นคว้าหาข้อมูล เมื่อ

นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบและนำมาเชื่อมโยงจนเกิดเป็นองค์ความรู้ได้ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจและต้องการที่จะค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทำให้ฟังและวิเคราะห์ความคิดเห็นที่หลากหลาย จากการสังเกตพบว่า นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากกลุ่มของตนเอง จากนั้นนำมาวิเคราะห์และหาข้อสรุป ไม่ด่วนตัดสินความคิดเห็นที่แตกต่าง เหมือนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา

สรุปผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

นักเรียนให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นได้ดี บรรยากาศในห้องเรียนครึกครื้นกระตุ้นการเรียนรู้ นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น กล้าที่จะสอบถามครูหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปของคำตอบจากประเด็นปัญหาใช้ภาษาในการสื่อสารได้ดีขึ้น มั่นใจในการอภิปรายข้อมูลระหว่างกลุ่ม เนื่องจากข้อมูลที่อภิปรายนั้นเกิดจากการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากความสงสัยและค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและนำข้อมูลเหล่านั้นมาเชื่อมโยง เมื่อสามารถค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความภูมิใจและมีความมั่นใจในการถ่ายทอดองค์ความรู้เหล่านั้นให้ครูและเพื่อนสมาชิกในห้องได้เรียนรู้ร่วมกัน

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทั้งหมด 3 วงจร ซึ่งประกอบด้วย 4 แผนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 (แผนการเรียนรู้ที่ 1,2) นักเรียนยังขาดความกระตือรือร้นในการค้นคว้าข้อมูลและขาดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายองค์ความรู้ร่วมกับสมาชิกในชั้นเรียน แต่ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 (แผนการเรียนรู้ที่ 3) และวงจรที่ 3 (แผนการเรียนรู้ที่ 4) นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนเพิ่มขึ้นตามลำดับ นักเรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือซึ่งทำให้มั่นใจในข้อมูลที่ค้นคว้าและมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น กล้าสอบถามในส่วนที่ตนเองสงสัยและยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกคนอื่นแม้ว่าจะแตกต่างจากของตน นอกจากนี้นักเรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เมื่อสงสัยในประเด็นปัญหาใด ๆ แม้ว่าจะนอกเหนือจากภาระงานที่ครูได้มอบหมายให้ นักเรียนจะสร้างกระบวนการค้นคว้าด้วยตนเอง เริ่มจากการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนสมาชิก จากนั้นทำการค้นคว้าโดยใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจะนำมาสู่คำตอบของ

ประเด็นปัญหานั้น ๆ และเกิดประโยชน์อย่างสูงสุดเมื่อนักเรียนเข้าใจองค์ความรู้นั้นอย่างแท้จริงและสามารถเผยแพร่สู่เพื่อนสมาชิกและครูผู้สอนได้

การเรียนรู้แบบสองทางทั้งจากครูผู้สอนไปสู่ผู้เรียนและจากผู้เรียนไปสู่ครูนั้นทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของบทบาทตนเองในชั้นเรียน อีกทั้งยังภูมิใจในบทบาทนั้นและเมื่อต้องรับผิดชอบในหน้าที่ที่มีการตกลงกันภายในกลุ่มแล้วนักเรียนมีความตั้งใจและทำหน้าที่นั้นอย่างเต็มที่ การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้กลายเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น นอกจากการเข้าใจในเนื้อหาบทนั้น ๆ นักเรียนยังสามารถประยุกต์องค์ความรู้ที่ได้จากข่าวสารรอบตัวซึ่งเกิดจากการเข้าใจองค์ความรู้อย่างแท้จริง และจากการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเป็นรายบุคคล จับคู่ และจับกลุ่ม 4-5 คนพบว่าการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนและได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลายมากกว่าการค้นคว้าเป็นรายบุคคลและเป็นคู่เนื่องจากผ่านการแลกเปลี่ยนและอภิปรายร่วมกันในกลุ่มซึ่งมีความคิดเห็นที่หลากหลายและใช้เวลาในการสรุปองค์ความรู้ได้อย่างครอบคลุมในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งสอดคล้องกับ ครุฑญา มูลชัย (2556) ที่ศึกษาการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษากระตือรือร้นในการเรียน พบว่า กิจกรรมที่จัดขึ้น โดยให้นักศึกษาจับกลุ่มโดยใช้กิจกรรมที่มีประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสงสัย ทำให้นักศึกษาเกิดกระบวนการค้นหาคำตอบ ซึ่งทำให้นักศึกษาเกิดความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ซึ่งเมื่อนักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนที่ดีขึ้น มีความสนุกในการเรียนมากขึ้น จึงทำให้ผลการเรียนของนักศึกษามีการพัฒนาที่ดีขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน

## 4.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ จำนวน 3 ข้อ โดยผ่านการปรึกษาและแก้ไขตามที่ครูพี่เลี้ยงได้ตรวจสอบและแนะนำเรียบร้อยแล้ว แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 25 คน โดยใช้ Scoring Rubrics เป็นเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำคะแนนผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังแสดงดังตาราง

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กลุ่มทดลอง	N	คะแนนรวม	$\bar{X}$	SD	df	C.V. (%)	แปลผล
หลังเรียน	25	375	3.75	0.23	24	6.09	ดีมาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.75 มีสัมประสิทธิ์การกระจาย (%) เท่ากับ 6.09

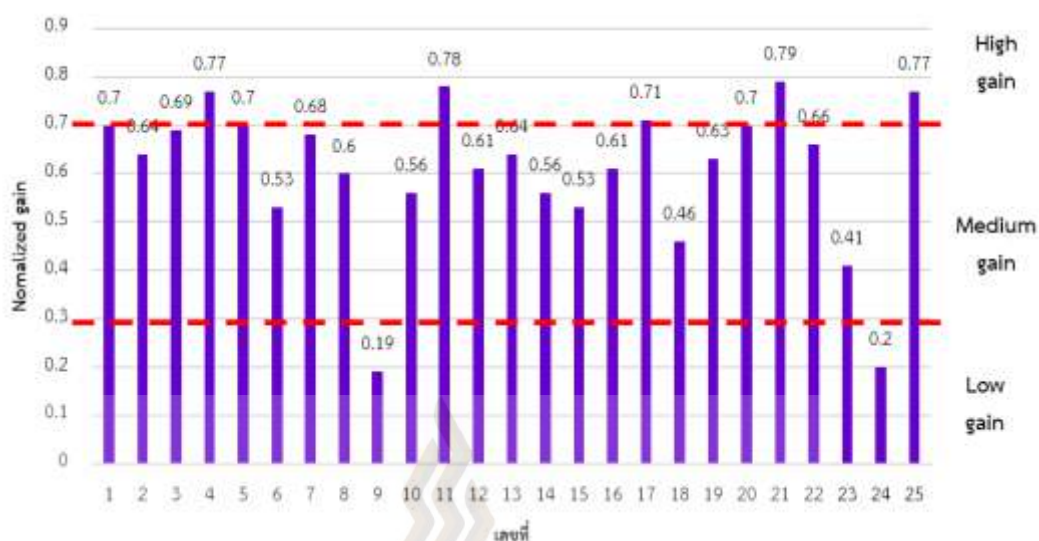
#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่า Normalized gain ของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ค่า Normalized gain ของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน

% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum possible gain	Normalized gain <g>
24.27	71.20	46.93	75.73	0.61

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลการเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ มี ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.61 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (medium gain)



รูปที่ 4.1 ผลการเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	N	เกณฑ์	X	SD	df	t	p
หลังเรียน	25	21	27.12	1.83	24	16.69**	.00

\*\* $p < .01$

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t = 16.69, p = .00$ )



จากการศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี จากการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมีของนิสิตมี คะแนนเฉลี่ยของการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 3) ผลการเรียนรู้ของนิสิตจากการวัดผลระหว่างเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.63 (น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, 2562) นอกจากนี้ รัชนพร ศรีวิชัย (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐานเรื่องปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดีโดยการค้นคว้าหาคำตอบและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนหลังการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน วิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้อง จำนวน 25 คน หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศ 2 ข้อ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ข้อและด้านประโยชน์ที่ได้รับ 7 ข้อ รวม 15 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า มีตัวเลือก 5 ระดับ หากค่าเฉลี่ยการตอบตัวเลือกแต่ละข้อและแปลผลตามเกณฑ์การประเมินระดับความพึงพอใจต่อการ

เรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ สรุปในตารางที่ 4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

ข้อที่	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับเจตคติ
ด้านบรรยากาศ				
1	บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	3.52	0.77	มาก
2	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	3.48	0.82	ปานกลาง
ด้านกิจกรรมการเรียน				
1	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.16	0.94	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	3.56	0.87	มาก
3	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ	4.40	0.65	มาก
4	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น	4.00	0.58	มาก

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลังจากที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 25 คน (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับเจตคติ
ด้านกิจกรรมการเรียน				
5	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหา มากขึ้น	3.44	1.23	ปานกลาง
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน	3.12	0.78	ปานกลาง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
1	การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	3.00	1.15	ปานกลาง
2	การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน	3.36	0.70	มาก
3	การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความ เข้าใจด้วยตนเองได้	3.28	0.94	ปานกลาง
4	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ ในวิชาอื่น ๆ	3.32	0.69	ปานกลาง
5	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่ สูงขึ้น	3.72	0.98	มาก
6	การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล	4.16	0.85	มาก
7	กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับ ผู้อื่น	4.24	0.44	มาก
ค่าเฉลี่ย		3.65	0.83	มาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับ “มาก” ( $\bar{x} = 3.65$ ) โดยมีระดับความพึงพอใจ “มาก” รวม 9 ข้อ โดยด้านบรรยากาศ 1 ข้อ คือ บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ( $\bar{x} = 3.52$ ) ด้านกิจกรรมการเรียน มี 4 ข้อ คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ( $\bar{x} = 4.16$ ) 2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด ( $\bar{x} = 3.56$ ) 3) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ ( $\bar{x} = 4.40$ ) 4) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ( $\bar{x} = 4.00$ ) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ 4 ข้อ คือ 1) การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน ( $\bar{x} = 3.36$ ) 2) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น ( $\bar{x} = 3.72$ ) 3) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล ( $\bar{x} = 4.16$ ) 4) กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ( $\bar{x} = 4.24$ )

ระดับความพึงพอใจ “ปานกลาง” รวม 6 ข้อ โดยด้านบรรยากาศมี 1 ข้อ คือ บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ( $\bar{x} = 3.48$ ) ด้านกิจกรรมการเรียนมี 2 ข้อ คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ( $\bar{x} = 3.44$ ) 2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน ( $\bar{x} = 3.12$ ) ด้านประโยชน์ที่ได้รับมี 3 ข้อ คือ 1) การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ( $\bar{x} = 3.00$ ) 2) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้ ( $\bar{x} = 3.28$ ) 3) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ( $\bar{x} = 3.32$ )

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับสูง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการกระตุ้นให้ห้องเรียนกลายเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้โดยการใช้ประเด็นปัญหากระตุ้นความสงสัยจนทำให้เกิดกระบวนการองค์ความรู้ขึ้น นักเรียนได้พัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน มีการถามตอบกับครูผู้สอนและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนสมาชิกในชั้นเรียน นอกจากนี้การจัดกลุ่ม 4-5 คนเพื่อแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าข้อมูล ทำให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนสมาชิกสอดคล้องกับงานวิจัยของครุฑญา มุลชัย (2556) ที่ได้ศึกษาการกระตุ้นความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักศึกษาในการเรียนวิชาสารเคมีสำหรับยาง พบว่าการจัดกิจกรรมกลุ่มโดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับสูง และ น้ำฝน กุเจริญไพศาล (2562) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีที่เรียนด้วยกิจกรรมการ

เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี และได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน  
ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ใน  
ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 (S.D. = 0.61)



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยสังเกตจากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสอบถาม ศึกษาผลการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 มีสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 6.09

##### 5.1.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5.1.2.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้อีก่อนและหลังเรียนและผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐาน

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ มีผลคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t=2.797, p=.00$ ) และจากการศึกษาผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t = 16.69, p = .00$ )

5.1.2.2 การจัดการเรียนรู้โดยการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถนะของครูผู้สอน โดยเป็นการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนซึ่งอยู่ในสถานศึกษานั้น ๆ โดยเริ่มจากการใช้รูปแบบการศึกษาที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้และติดตามผลการเรียนรู้ว่ามีแนวโน้มอย่างไร เกิดปัญหาอย่างไร และต้องมีวิธีที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านั้นในครั้งถัดไปได้ จึงกล่าวได้ว่า การนำรูปแบบวิจัยในชั้นเรียนร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการแก้ไขจุดบกพร่องและพัฒนาการจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียนให้ดียิ่งขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีจุดเด่นคือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะในการตั้งสมมติฐานและการให้เหตุผลที่ดีขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเกิดจากการคิดวิเคราะห์หลังเกิดความสงสัยในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนสร้างขึ้นมาโดยประเด็นปัญหาเหล่านั้นจะเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ในบทเรียนนั้น ๆ ทำให้นักเรียนออกแบบวิธีสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของประเด็นปัญหารวมทั้งยังได้องค์ความรู้ในเนื้อหาตามบทเรียนอีกด้วย

5.1.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนหลังการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.65$ ) หลังการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

### 5.2.1 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมของครู นักเรียน และแบบบันทึกภาคสนามในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีวงจรการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน วงจรการเรียนรู้ที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (ไกลโคไลซิส และการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (วัฏจักรเครบส์) วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน (การถ่ายทอดอิเล็กตรอน) และวงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน จากการศึกษาพบว่าในวงจรที่ 1 ครูเข้าสู่บทเรียนด้วยประเด็นปัญหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาการเผาไหม้ของน้ำตาลและให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันก่อนจะเฉลยคำตอบและเชื่อมโยงสู่องค์ความรู้ในบทเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนมากให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตั้งใจฟังประเด็นปัญหาเนื่องจากเกิดความสงสัย เนื่องจากครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนร่วมตอบคำถามของประเด็นปัญหานี้ โดยที่ยังไม่มีการตัดสินคำตอบของปัญหาว่าถูกหรือผิด ทำให้นักเรียนกล้าตอบคำถามหลากหลายรูปแบบ บรรยากาศในชั้นเรียนมีความตื่นเต้น ครึกครื้น เนื่องจากนักเรียนมีความคิดที่หลากหลายและต้องการอภิปรายในประเด็นที่เห็นด้วยหรือเห็นต่างจากเพื่อนสมาชิกในชั้นเรียน โดยที่ไม่มี ความกังวลว่าจะตอบผิด แต่ยังคงความมั่นใจในการตอบคำถามและสื่อสารได้ไม่ชัดเจน

ในการจัดการเรียนในวงจรที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนมีการใช้ภาษาที่ทำให้การสื่อสารชัดเจนมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยในประเด็นปัญหาทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เมื่อสร้างประเด็นปัญหา นักเรียนมีการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาเชื่อมโยงเพื่อนำมาประกอบกับความคิดเห็นที่ได้แสดงออกมา เมื่อนักเรียนหลายคนแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ดังนั้นนักเรียนแต่ละคนจึงต้องหาเหตุผล ประกอบเพื่อทำให้ความคิดเห็นของตนเองนั้นน่าเชื่อถือและเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ในบทเรียนนั้น ๆ มากที่สุด นอกจากนี้เมื่อมีการเห็นต่างครูต้องคอยชี้แนะว่าเป็นเรื่องปกติที่ประเด็นปัญหาแต่ละ เรื่องจะมีการแสดงความคิดเห็นแตกต่างกัน แต่นักเรียนต้องรู้จักการรับฟังและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง ยอมรับหมายถึงการรับฟังความคิดเห็นของอีกฝ่าย รับฟังในความแตกต่างซึ่งไม่จำเป็นต้อง



เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเองไปอย่างสิ้นเชิง แต่ต้องเข้าใจการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทั้งในด้านการเรียนและการทำงานในอนาคต เพราะนอกจากนักเรียนจะมีทักษะในการเรียนรู้ที่จำเป็นอย่างมาก ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการเป็นผู้นำ กล้าคิด กล้าแสดงออก เป็นผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 คือการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดกระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น กล้าตอบคำถามและกล้าที่จะซักถามเมื่อเกิดความสงสัย กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดหลักผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำเพียงเท่านั้น การจัดการเรียนในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นความรู้ที่จะเกิดในระยะยาวเพราะผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่จะนำมาซึ่งประเด็นประเด็นปัญหาในลักษณะที่คล้ายกันได้อีกด้วย

## 5.2.2 การอภิปรายผลการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ

5.2.2.1 ผลคะแนนเฉลี่ยการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.75 มีสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 6.09 ซึ่งผลที่ได้เป็นผลจากแบบประเมินจากการตอบคำถามทั้งหมด 3 ข้อ วัดทักษะที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 4 ด้าน คือ ความสนใจ การแสดงความคิดเห็น การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและการตอบคำถามที่ตรงประเด็น ซึ่งจะแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ระดับ คือ น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือ เพื่อพัฒนาการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5.2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

(1) ผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหายใจระดับเซลล์

คะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t=2.797, p=.00$ ) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

(2) ผลการเรียนรู้หลังการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t = 16.69, p = .00$ ) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีทั้งหมด 6 ขั้นตอนประกอบไปด้วย ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหานั้นให้ผู้เรียนอยากรู้หรืออยากเรียน นำติดตามและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ ในขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาและกำหนดแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ เพื่อวางแผนค้นคว้าหาคำตอบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ในขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลายในขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ในขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดของตนเองและสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง และในขั้นตอนสุดท้าย ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันประเมินการเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น.6-8)

5.2.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนหลังการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตอยู่ในระดับ “มาก” ( $\bar{x} = 3.65$ ) โดยมีระดับความพึงพอใจ “มาก” รวม 9 ข้อ โดยด้านบรรยากาศ 1 ข้อ คือ บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ( $\bar{x} = 3.52$ ) ด้านกิจกรรมการเรียน มี 4 ข้อ คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ( $\bar{x} = 4.16$ ) 2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด ( $\bar{x} = 3.56$ ) 3) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ ( $\bar{x} = 4.40$ ) 4) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ( $\bar{x} = 4.00$ ) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ 4 ข้อ คือ 1) การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน ( $\bar{x} = 3.36$ ) 2) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น ( $\bar{x} = 3.72$ ) 3) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล ( $\bar{x} = 4.16$ ) 4) กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ( $\bar{x} = 4.24$ )

ระดับความพึงพอใจ “ปานกลาง” รวม 6 ข้อ โดยด้านบรรยากาศมี 1 ข้อ คือ บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ( $\bar{x} = 3.48$ ) ด้านกิจกรรมการเรียนมี 2 ข้อ คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ( $\bar{x} = 3.44$ ) 2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน ( $\bar{x} = 3.12$ ) ด้านประโยชน์ที่ได้รับมี 3 ข้อ คือ 1) การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ( $\bar{x} = 3.00$ ) 2) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้ ( $\bar{x} = 3.28$ ) 3) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ( $\bar{x} = 3.32$ ) จากการวิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความพึงพอใจต่อการเรียนพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะเน้นผลลัพธ์ให้กับผู้เรียน ทั้งในด้านองค์ความรู้ในสาระวิชาหลัก และทักษะต่างๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืน ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจทำให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับ ข้อที่ 1) การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและด้านกิจกรรมการเรียน ข้อที่ 6) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่ามีคะแนนน้อยที่สุด คือ 3.00 และ 3.12 ตามลำดับ จากข้อมูลที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่

ข้อเสนอแนะได้แบบสอบถามและจากการสอบถามเพิ่มเติม พบว่าเนื้อหาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ มีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน การทำกิจกรรมในชั้นเรียนยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจ เนื้อหาทั้งหมดได้อย่างละเอียด นักเรียนสนุกและตื่นตัวกับการจัดการเรียนรู้ มีการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกัน แต่ก็ยังไม่สามารถเข้าใจองค์ความรู้ในทันทีที่อยู่ในชั้นเรียนกับเพื่อนสมาชิกได้ ต้องทบทวนและอ่านหนังสือเพิ่มเติมหลังเรียนเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ได้ละเอียดมากขึ้น เนื่องจากเวลาในชั้นเรียนมีน้อยเกินไปเมื่อต้องเรียนเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนและละเอียดกว่าโรงเรียนทั่วไป เพราะโรงเรียนภูมิภาคแห่งนี้ใช้แผนการเรียนรู้ตามโรงเรียนต้นแบบ คือโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย ดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

5.3.1.1 ผู้สอนควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ หากมีนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจต้องทำการสอนเพิ่มเติม

5.3.1.2 ผู้สอนควรสรุปองค์ความรู้จากประเด็นปัญหาให้ชัดเจนทุกครั้งที่ตั้งประเด็นปัญหาเพื่อใช้ในการอภิปรายในชั้นเรียน

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อีกมากมาย เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

5.3.2.2 ควรศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการหายใจระดับเซลล์ กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ เพื่อศึกษาผลการวิจัยเมื่อเปลี่ยนกลุ่มเป้าหมาย

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2). กรุงเทพฯ: รัฐสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). พระราชบัญญัติการบริหารส่วนงานภายในของสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). หนังสือเรียน รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2558). สถิติการศึกษาของประเทศไทย . กรุงเทพฯ : บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล โยธผล. (2550). วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- กฤษณา โภคพันธ์. (2554). การพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลอง (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุลดา ศรีวิวัฒน์. (2560). การปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านนางแดดเหนือ จังหวัดชัยภูมิ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นิชาพัฒน์ ไชยเสนบดินทร์. (2557). การพัฒนาความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- คริณญา มุลชัย. (2556). การกระตุ้นความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักศึกษาในการเรียนวิชาสารเคมีสำหรับยาง (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). แนวโน้มของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 11(1), 1-15.
- ทศนา เขมมณี. (2545). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉันทพร ศรีวิชัย. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐานเรื่องปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- ชนพล บรรดาศักดิ์. (2556). การเป็นผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21: มุมมองจากอาจารย์และนักศึกษายาบาล *Being Learners in 21<sup>st</sup> Century: Teacher and Nursing Students' Perspectives* (Unpublished Master's thesis). วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี, กรุงเทพฯ.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Master's thesis). สืบค้นจาก คลังข้อมูลงานวิจัยไทย(TNRR).
- น้ำฝน อุเจริญไพศาล. (2562). นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: งานจักรกลการพิมพ์บุษยธรรม กิจปริดาปริสุทธิ์. (2531). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ : เกษมศรีอนันต์.
- เบญจวรรณ ถนอมชยวัช. (2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา (Master's thesis). สืบค้นจาก คลังข้อมูลงานวิจัยไทย(TNRR).
- ปัทมาพร ชเลิศเพ็ชร์, และสุชัญญา ฐิโตปการ. (2556, เมษายน).การพัฒนาศักยภาพบุคลากรสายสอนและวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. GRC Graduate Reseach Conference, มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, นราธิวาส.
- ปารมี ศรีบุญทิพย์. (2560). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (Master's thesis). สืบค้นจาก คลังข้อมูลงานวิจัยไทย(TNRR).

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- พุกษา เครือแสง. (2558). คุณภาพการศึกษาไทยกับมาตรฐานการบริการสาธารณะของรัฐ. *วารสารนักบริหาร*, 35(2), 46-60.
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2553). ผลการจัดการ เรียนรู้เน้นผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์บน เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, สานุนาน.
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : บริษัท แคนเน็กซ์ อินเทอร์เน็ต คอร์ปอเรชัน จำกัด.
- เพชรปาลณี อินทรพานิชย์. (2560). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสกลนคร (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). ผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากใช้รูปแบบการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 9(2), 173-179.
- มันตรา ชรรณบุษย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). *วารสารวิชาการ*, 2(5), 11-17.
- รุจิรา ปัญญาแก้ว. (2559, พฤษภาคม). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหา เรื่องการย่อยอาหารของคน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. GRC Graduate Research Conference., มหาวิทยาลัยกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.
- โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมธานี. (2562). *แนวทางการจัดการศึกษา*. สืบค้นจาก <https://pccp.ac.th/>
- ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์, และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2545). *ระเบียบวิธีการวิจัย*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ลักษณะการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรวัฒน์ ทิพจ้อย. (2557). ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตของครูผู้สอนที่ไม่ใช่ครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต1. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 11(2), 17-24.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- วัลดี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักรูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : บุคเน็ท.
- วิชัย วงศ์สุวรรณ. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รายวิชา ส 32102 เศรษฐศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน WORPEREP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา . *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 3(2), 24-37.
- วิชุดา วงศ์เจริญ. (2561, มีนาคม). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. GRC Graduate Reseach Conference, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ.
- วีระยุทธ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 11(2), 1-13.
- ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์. (2557). *วิธีสอนแบบบรรยายร่วมกับเทคนิคกราฟิก และสารสนเทศร่วมสมัย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน* (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, นราธิวาส.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ.(2560). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 23, 194-206.
- สม โภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันการทดสอบแห่งชาติ. (2559). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559*. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ชีววิทยา เล่ม 5*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สทศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตคูเคชั่น ซัพพลายส์.

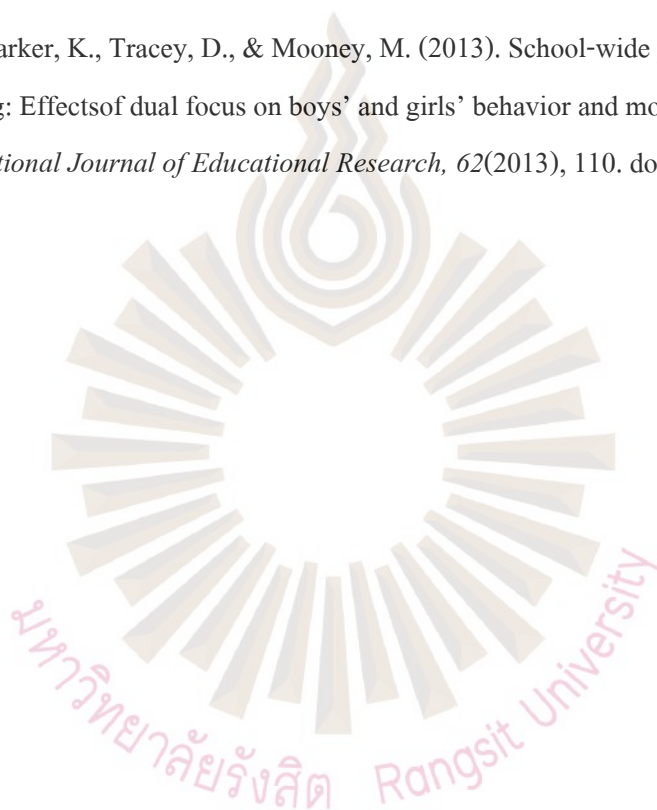


## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สิริวัฒน์ อายุวัฒน์. (2560). *การเรียนรู้การสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning): ความท้าทายของการศึกษาพยาบาลในการพัฒนาการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (Unpublished Master's thesis). วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี, กรุงเทพฯ.
- สุเมธชา พรหมบุญ. (2544). การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 26(1), 23-24.
- สุทธิพงษ์ บุญผดุง. (2560, พฤษภาคม). *การพัฒนาสมรรถนะการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการของนักศึกษาครู โดยใช้แนวคิดการจูงใจของวไลยคอคอร์สกี*. GRC Graduate Research Conference, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ.
- แสงดาว ถิ่นหารวงษ์. (2558). การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติในรายวิชาการคณิตศาสตร์สำหรับเด็ก. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์*, 17(1), 1-11.
- สำนักบริหารงานการศึกษามัชฌมปลาย. (2558). *แนวทางสร้างการเรียนรู้ควบคู่กับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2555). *แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *รายงานการวิจัยและพัฒนาระบบเครือข่ายกาประเมินผล การจัดการศึกษาระดับจังหวัด*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(12), 15-18.
- Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). 21st Century Skills: Rethinking How Students Learn. *Creative Education Journal*, 26(5), 5-9
- Judith, A. K. (2011). *Assessing 21st Century Skills*. Washington :The National Academies Press.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2007). Participatory Action Research. *Strategies of Qualitative Inquiry*, 10(2), 271-330.
- Kimberly, S. S. (2017). An Integrative Framework for Problem-Based Learning and Action : Promoting Evidence-Based Design and Evaluation in Leadership Development. *Sagepub journals*, 16(1), 3-34. doi:10.1177/1534484317693090

**บรรณานุกรม (ต่อ)**

- Pfahl, M. (2002). Buddhism and Systems Thinking: A Conceptual Framework for Management Actions in Thailand. *Journal of Global Business Review*, 1(1), 54.
- Vernon, D. T. A., & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? *A meta-analysis of evaluative research. Academic Medicine*, 68(7), 550-563. doi: 10.1097/00001888-19930700000015
- Yeung, A. S., Barker, K., Tracey, D., & Mooney, M. (2013). School-wide positive behavior for learning: Effectsof dual focus on boys' and girls' behavior and motivation for learning. *International Journal of Educational Research*, 62(2013), 110. doi:10.1016/j.ijer.2013.0







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

1. ดร.ชัชชญา พิระธรณิศร์

อาจารย์ประจำ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต

2. นางวไลกรณ์ อรรถศิริ

ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาขาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี

3. ผศ.ดร.ปานันท์ กาญจนภูมิ

อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภลักษณ์ ห้วยหงษ์ทอง

ครู คศ.1 กลุ่มสาขาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รังสิตวิทยาลัย  
 Rangsit University  
 1. 251 2222-2222  
 2. 251 2222-2222  
 3. 251 2222-2222  
 4. 251 2222-2222  
 5. 251 2222-2222

ที่ รท.1112/880/62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.จิจจุฑา พิระชวณิศร์

อาจารย์ประจำหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต

ตามที่ข้าพเจ้านางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์ อาจารย์นักศึกษาศึกษา 6106137 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย โดยให้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเครื่องมือนี้เป็นระบบหนึ่งของ จราจรวิชา EDS 699 วิทยาศาสตร์

ในการนี้ ขอเรียนขอ ได้รับความเห็นชอบจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์ จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมาในสถานที่ท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและ โปรดพิจารณาให้ทราบขอคุณและรับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของระบบวิชาคุณา ก้าวสิทธิ์แล้ว จึงขอพระคุณเป็น

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาววิไลดา ก๊กกุล

โทร. 03-997-2222 ต่อ 3055 E-mail : ow\_jigyo@hotmail.com

รูปที่ ก.1 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 1)



มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี  
Rajabhat Udon Thani  
112 ถนนวิไล 11200  
เมืองอุดรธานี 41000  
Thailand T. 042 2561 2101-30  
F. 042 2521 0410  
E. info@rajabhat.ri

ที่ รท.1112/881.62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ชื่อ นางวไลกรณ์ อรรถศิริ

ผู้อำนวยการพิเศษ หัวหน้าสาขาวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารัตนราชวิทยานุกูล ปทุมธานี

เนื่องด้วย นางสาวกาญจนา ถั่วสีทิพย์ รหัสนักศึกษานว 6106137 นักศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรมหา  
บัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนา  
ทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การพาดใจระดับเซลล์ด้วยการจัดการ  
เรียนรู้อิสระใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา EDS 699 วิชาแกนโท

ในการนี้ ขอเรียนเชิญคุณวไลกรณ์ อรรถศิริ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนการ  
สอนระดับและการทำวิจัย จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่ง  
นางสาวกาญจนา ถั่วสีทิพย์ จะได้รับ และแจ้งผลของเครื่องมือวิจัยท่านนั้นเสนอต่อท่านต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา ให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญใน  
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวกาญจนา ถั่วสีทิพย์ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภาดา น้อยภู

โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055 E-mail : ow\_jggo@hotmail.com

รูปที่ ก.2 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 2)



มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University  
 10400 Rangsit Rd., Pathum Thani 12110 Thailand  
 T: 029 2991 2200-23 F: 029 29 21 9110  
 E: info@rsu.ac.th

ที่ วท.1112/882/62

14 สิงหาคม 2562

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ศส.ดร.ปาริณท์ กาญจนอุบล

อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

เนื่องด้วย นางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์ รหัสบันทึกเลขที่ 6306137 นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาบริหารการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัย การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง ปีที่ 4 เรื่อง การวางแผนระดับเขตที่ด้วยการจัดการเรียนวิจัยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย EDS.699 วิทยานิพนธ์

ในการนี้ พลิกศุทธะ วิสัทธิจะวัฒนะเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออนุญาตเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ซึ่งนางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์ จะได้นำรายละเอียดของเครื่องมือวิจัยมาว่าสนทนากับต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยของนางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์ด้วย อัครกมลพระคุณถ์

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.กาญจนา จินทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาบริหารการศึกษาระดับปริญญาตรี

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภาดา เกื้อกูล

โทร. 02-997-2223 ต่อ 9055 E-mail : ow\_jaggo@hotmail.com

รูปที่ ก.3 หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่ 3)





มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University  
 101 หมู่ 5 ตำบลธัญพฤกษ์  
 อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130 Pathum Thani 12130, Thailand

ที่ รพ.1112/1009/62

10 กันยายน 2562

เรื่อง ขอบริเวณที่อยู่เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
 ถึง นางสาวศุภกัญญา ฟ้าพจน์ทอง  
 คศ. กศ. 1 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารัตนราชมงคลวิทยาเขต ปทุมธานี

เนื่องด้วย นางสาวศุภกัญญา ฟ้าพจน์ทอง รหัสนักศึกษา 6106137 นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์มหา  
 บัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูสุวิทย์วิทยเขต มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการ  
 ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 เรื่อง การหาประโยชน์ของสื่อการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในกรณีนี้ ทศกัญญาฯ ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการกระบวนการ  
 เรียนรู้และการทำวิจัย จึงขออุปถัมภ์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ช่วยวิจัยให้กับนักศึกษาคนดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณาไปให้ความอนุเคราะห์รับเชิญเป็นผู้ช่วยวิจัยให้กับ  
 นางสาวศุภกัญญา ฟ้าพจน์ทอง ดังขอพบและคุณถึง

ขอแสดงความนับถือ

(วศ.ศร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ)

ผู้อำนวยการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
 สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ประสานงาน : นางสาววิภา เกื้อกูล

โทร. 02-997-2222 ต่อ 5055 E-mail : ow\_jiggo@hotmail.com

รูปที่ ก.4 หนังสือเรียนเชิญที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



ภาคผนวก ข. 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต

รหัสวิชา ว 30161

เรื่อง ไกลโคไลซิส (glycolysis) และการสร้างแอสิติลโคเอนไซม์ เอ

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

(Acetyl CoA production)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์ นางสาวกาญจนา ก้วสิทธิ์

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

##### ผลการเรียนรู้

สำรวจ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างและการทำงานของ การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน

#### 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

2.1 อธิบายกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.3 สืบค้น วิเคราะห์และจำแนกขั้นตอนกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

2.4 มีวินัย

2.5 ใฝ่เรียนรู้

### 3. สารสำคัญ

สารอาหารที่เข้าสู่เซลล์นั้น เซลล์ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง จะต้องมีการสลายสารอาหารภายในเซลล์ก่อน เพื่อเปลี่ยนพลังงานของพันธะเคมีของสารอาหารมาให้อยู่ในรูปสารประกอบพลังงานสูง เช่น ATP เรียกกระบวนการนี้ว่า การหายใจระดับเซลล์กระบวนการหายใจระดับเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

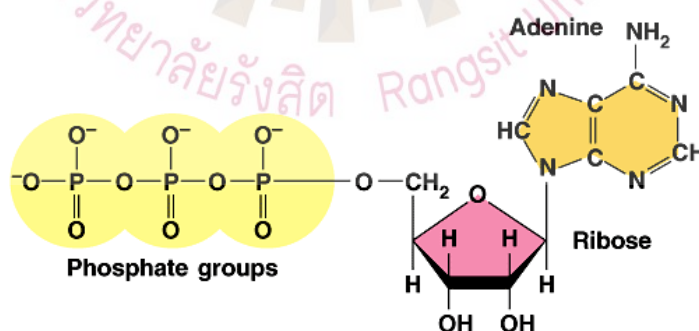
1. การหายใจระดับเซลล์ แบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Respiration) เป็นกระบวนการที่มีกลไกเกิดต่อเนื่องกัน 3 ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส (Glycolysis) วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transport chain)
2. การหายใจระดับเซลล์ แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Respiration) หรือเรียกว่า กระบวนการหมัก (fermentation)

### 4. การการเรียนรู้

#### 4.1 ความรู้

#### การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration)

การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration) เป็นกระบวนการนำเอาสารอาหารที่ได้จากกระบวนการย่อยอาหาร ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (glucose) กรดอะมิโน (amino acid) และกรดไขมัน (fatty acid) ไปใช้สร้างเป็นพลังงาน โดยเก็บไว้ในรูปของสารที่มีพลังงานสูง ที่เรียกว่า ATP (Adenosine Triphosphate)

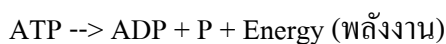


ภาพที่ 1 โครงสร้างของ ATP

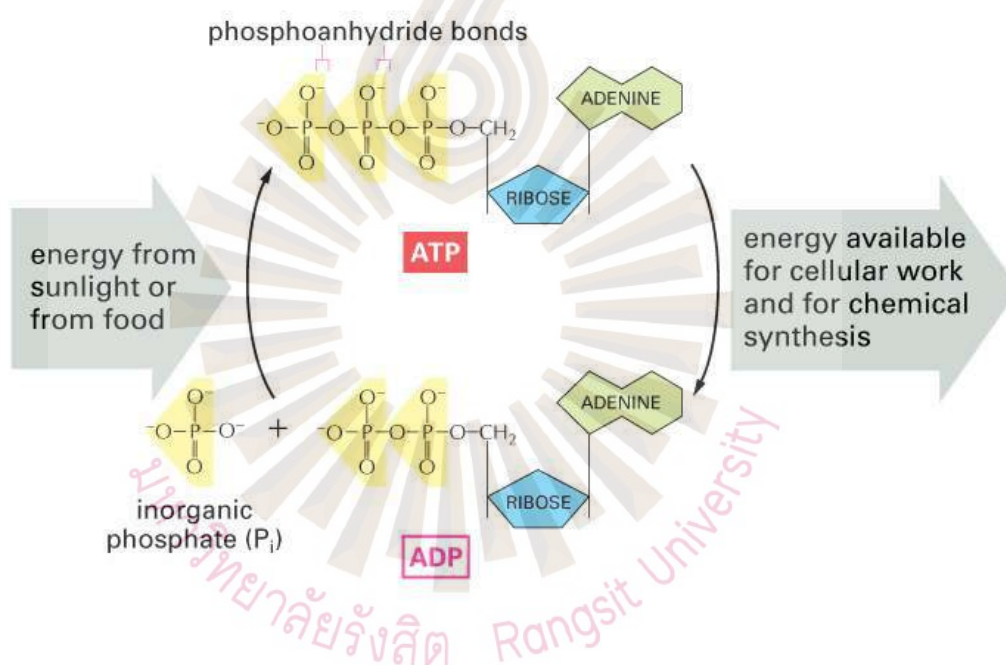
ที่มา: <http://bangma.wordpress.com/author/bangma>

ATP เป็นสารที่มีพลังงานสูงทำหน้าที่เก็บพลังงานที่ได้จากกระบวนการสลายสารอาหารของเซลล์ ประกอบด้วย อะดีนีน (adenine) กับน้ำตาลไรโบส (ribose) รวมเรียกว่าอะดีโนซีน

(adenosine) แล้วจึงต่อกับหมู่ฟอสเฟต (P) 3 หมู่ พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างหมู่ฟอสเฟตหมู่ที่ 2 และ 3 เป็นพันธะที่มีพลังงานสูง (สัญลักษณ์คือ ~) เมื่อสลายแล้วจะให้พลังงาน 7.3 กิโลแคลอรีต่อโมล ในสิ่งมีชีวิต เซลล์จะมีการสลาย ATP โดย ATP จะเปลี่ยนเป็น ADP (adenosine diphosphate) หมู่ฟอสเฟตและปลดปล่อยพลังงานออกมา ดังสมการ



เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการสร้าง ATP ใหม่ขึ้นมาทดแทน กระบวนการสร้าง ATP เรียกว่า ฟอสโฟรีเลชัน (phosphorylation) คือการสร้าง ATP จาก ADP และหมู่ฟอสเฟตซึ่งจะเกิดเป็น วัฏจักรดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วัฏจักรของ ATP ที่เกิดจากกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน (phosphorylation)

ที่มา: [http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/ecb/ATP\\_ADG.php](http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/ecb/ATP_ADG.php)

กระบวนการหายใจระดับเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Respiration) เป็นกระบวนการที่มีกลไกเกิดต่อเนื่องกัน 3 ขั้นตอน คือ ไกลโคลิซิส (Glycolysis) วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน (Electron transport chain)

2. การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Respiration) หรือเรียกว่า กระบวนการหมัก (fermentation)

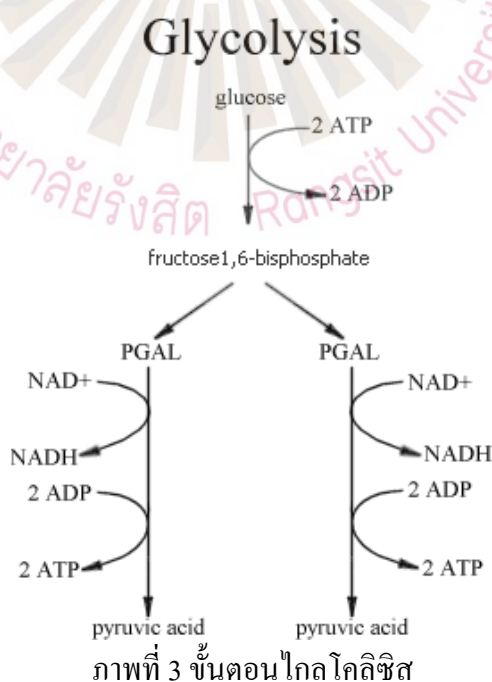
## ไกลโคลิซิส (Glycolysis)

ไกลโคลิซิสเกิดในส่วนของไซโทพลาสซึม (cytoplasm) หรือไซโทซอล (cytosol) ของเซลล์ เป็นขั้นตอนการสลายน้ำตาลกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (C6) ไปเป็นกรดไพรูวิก (pyruvic acid) หรือไพรูเวท (pyruvate) ที่มีคาร์บอน 3 อะตอม (C3) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะมีทั้งหมด 10 ขั้นตอน มีเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เข้ามาช่วยเร่งปฏิกิริยา กระบวนการไกลโคลิซิสสามารถสรุปเป็นขั้นตอนหลัก ๆ ได้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 น้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุล จะถูกสลายไปเป็นน้ำตาลฟรุกโทส 1,6 บิสฟอสเฟต (fructose 1,6-bisphosphate) ในขั้นตอนนี้จะมีการใช้ ATP 2 โมเลกุล มาเติมหมู่ฟอสเฟต (P) ให้กับน้ำตาลกลูโคส ได้เป็นน้ำตาล fructose 1,6-bisphosphate

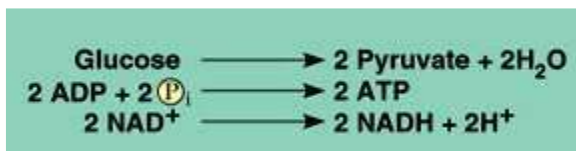
ขั้นตอนที่ 2 น้ำตาล 2 fructose-1,6-bisphosphate ถูกเปลี่ยนไปเป็น glyceraldehyde-3-phosphate และ dihydroxy acetate phosphate ซึ่งสารตัวนี้ไม่เสถียรจะถูกเปลี่ยนเป็น glyceraldehyde-3-phosphate หรือเรียกว่า PGAL (phosphoglyceraldehyde) ทำให้ได้ PGAL 2 โมเลกุล

ขั้นตอนที่ 3 PGAL โมเลกุลจะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นตอนจนได้เป็นกรดไพรูวิก 2 (pyruvic acid) หรือไพรูเวท (pyruvate) 2 โมเลกุล ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีการสร้าง ATP ทั้งหมด อิเล็กตรอน โดยมี 4 โมเลกุล และมีการสูญเสียอิเล็กตรอนทั้งหมด  $4\text{NAD}^+$  ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนเก็บไว้ในรูป NADH เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่อไป



ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/16868?page=0,1>

สรุปผลผลิตที่ได้จากขั้นตอน ไกลโคลิซิส



สรุปสมการไกลโคลิซิส  $\text{glucose} + 2\text{ADP} + 2\text{P}_i \rightarrow 2\text{pyruvate} + 2\text{ATP}$

NAD<sup>+</sup> = Nicotinamide adenine dinucleotide เป็นโคเอนไซม์ (coenzyme) ที่พบได้ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (oxidizing agent) ที่อยู่ในรูป NAD<sup>+</sup>

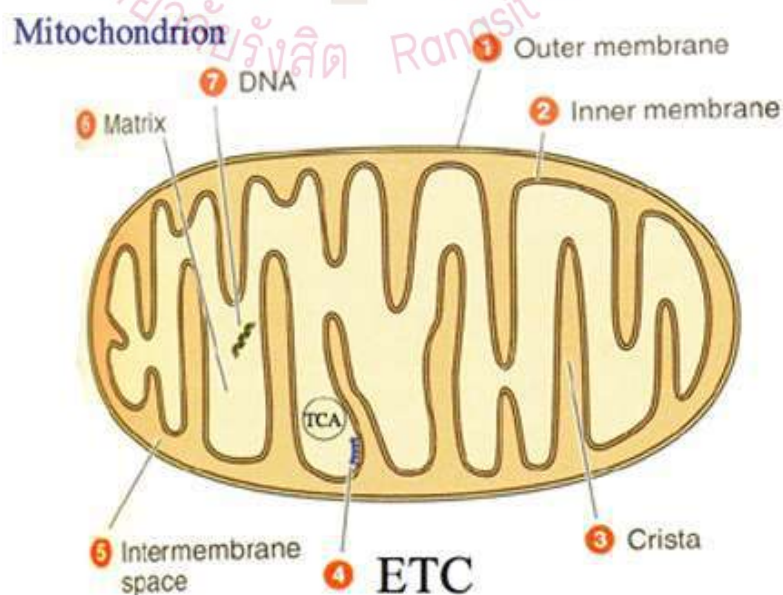


oxidized

reduced

### ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria)

2 ชั้น คือ เยื่อหุ้ม เป็นออร์แกเนลล์ที่พบในเซลล์พวุกยูคาริโอต มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มชั้นนอก(outer membrane) และเยื่อหุ้มชั้นใน (inner membrane) ซึ่งจะพับเป็นรอยหยักเรียกว่า คริสตี (cristae) ภายในเยื่อหุ้มชั้นในจะเป็นของเหลวเรียกว่า แมทริกซ์ (matrix) และช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและชั้นใน เรียกว่า intermembrane space ไมโทคอนเดรียทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้าง ATP ของเซลล์ ที่เกิดจากกระบวนการหายใจแบบ ใช้ออกซิเจน

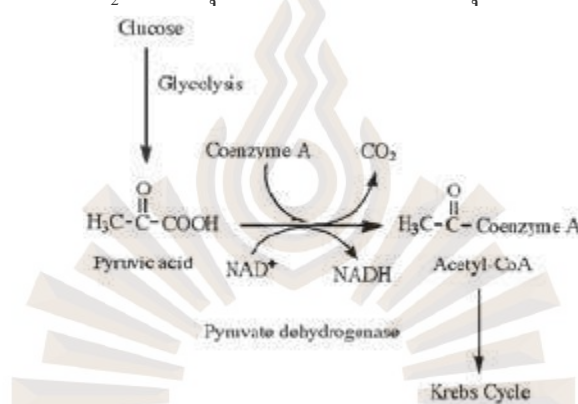


### ภาพที่ 4 โครงสร้างไมโทคอนเดรีย

ที่มา : <http://bio-respiration502.blogspot.com/2011/08/electron-transport-chain.html>

#### การสร้างอะเซทิลโคเอนไซม์ เอ (Acetyl Coenzyme A formation)

ไพรูเวท (pyruvate) ที่ได้จากขั้นตอนไกลโคไลซิสจะถูกนำมาสร้างเป็น acetyl CoA ซึ่งจะเกิดขึ้นที่บริเวณไซโทซอลในพวกโปรคาริโอต และเมทริกซ์ (matrix) ของไมโทคอนเดรีย (พวกยูคาริโอต) ในขั้นนี้ จะเกิด  $\text{CO}_2$  1 โมเลกุล และ NADH 1 โมเลกุล



#### ภาพที่ 5 การสร้าง acetyl CoA

ที่มา : [http://www.pw.ac.th/main/website/sci/6\\_main.html](http://www.pw.ac.th/main/website/sci/6_main.html)



#### วัฏจักรเครบส์ (Krebs Cycle)

วัฏจักรเครบส์ (Krebs Cycle) หรือวัฏจักรกรดซิตริก (Citric Acid Cycle) หรือ Tricarboxylic acid cycle (TCA) เกิดขึ้นที่บริเวณเมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย (ดูภาพที่ 4) สารตัวแรกที่ถูกสร้างขึ้นในวัฏจักรนี้คือ กรดซิตริก (citric acid) จึงเรียกว่าวัฏจักรกรดซิตริก ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยา เริ่มจาก

1. acetyl CoA (2C) เข้ารวมกับออกซาโลอะซิเตต (oxaloacetate: 4C) เกิดเป็นซิเตรต (citrate) หรือกรดซิตริก (citric acid: 6C)
2. citric acid (6C) เปลี่ยนเป็น ไอโซซิเตรต (iso-citrate: 6C)
3. iso-citrate (6C) เปลี่ยนเป็น alpha-ketoglutarate (5C) ขั้นนี้เกิด  $\text{CO}_2$  1 โมเลกุล และ NADH 1 โมเลกุล



4. alpha-ketoglutarate (5C) เปลี่ยนเป็นซัคซินิล โคเอนไซม์ เอ (succinyl CoA: 4C) ขั้นนี้เกิด  $\text{CO}_2$  1 โมเลกุล และ NADH 1 โมเลกุล

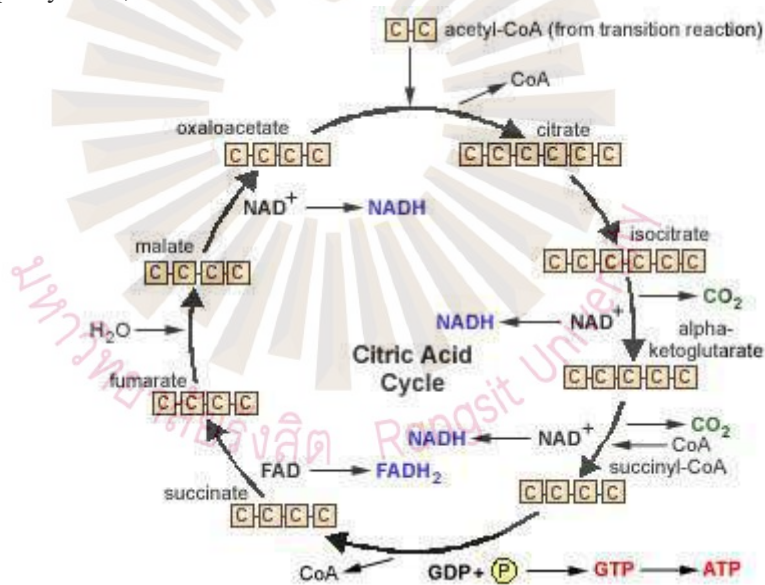
5. succinyl CoA (4C) เปลี่ยนเป็นกรดซัคซินิค (succinic acid: 4C) ขั้นนี้มีการสร้างพลังงาน ATP 1 โมเลกุล

6. succinic acid (4C) เปลี่ยนเป็นกรดฟูมาริก (fumaric acid: 4C) ขั้นนี้เกิด  $\text{FADH}_2$  1 โมเลกุล

7. fumaric acid (4C) เปลี่ยนเป็นกรดมาลิก (malic acid: 4C) ขั้นนี้ใช้น้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ร่วมในปฏิกิริยา 1 โมเลกุล

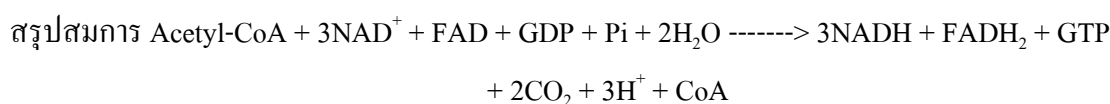
8. malic acid (4C) เปลี่ยนเป็นกรดออกซาโลอะซีติก (oxaloacetic acid) ขั้นนี้เกิด NADH 1 โมเลกุล

ปฏิกิริยาส่วนใหญ่ของวัฏจักรเครบส์เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ทำให้ได้สารพลังงานสูง NADH และ  $\text{FADH}_2$  ออกมา ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้าง ATP โดยวิธีออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชัน (oxidative phosphorylation) ในขั้นตอนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนต่อไป



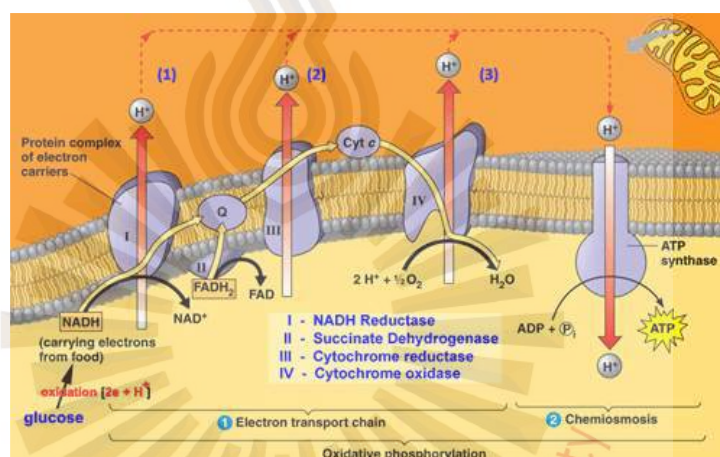
ภาพที่ 6 วัฏจักรเครบส์

ที่มา : <http://cellulogy.exteen.com/20110810/3-kreb-s-cycle>



### การถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอน (Electron transport chain)

การถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอน (electron transport chain : ETC) เกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย ตรงส่วนที่เรียกว่า คริสตี (cristae) โดยจะเกิดขึ้นเป็นทอด ๆ ผ่านตัวนำอิเล็กทรอนิกส์ตรอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโปรตีน (protein complex) ที่ฝังตัวอยู่บนเยื่อหุ้มชั้นใน ของไมโทคอนเดรีย กลุ่มโปรตีนเหล่านี้ ได้แก่ complex I, II, III และ IV ลำดับของการถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอนแสดงไว้ นอกจากกลุ่มโปรตีน 4 กลุ่มนี้แล้ว บนเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรียยังมี โคเอนไซม์ Q และไซโตโครม c ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อช่วยในการถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอนระหว่างกลุ่มโปรตีนเหล่านั้น เมื่ออิเล็กทรอนิกส์ตรอนถูกส่งไปยังตัวรับตัวสุดท้ายก็จะมีออกซิเจน ( $O_2$ ) มาทำหน้าที่รับอิเล็กทรอนิกส์ตรอนเป็นตัวสุดท้าย ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำ ( $H_2O$ )



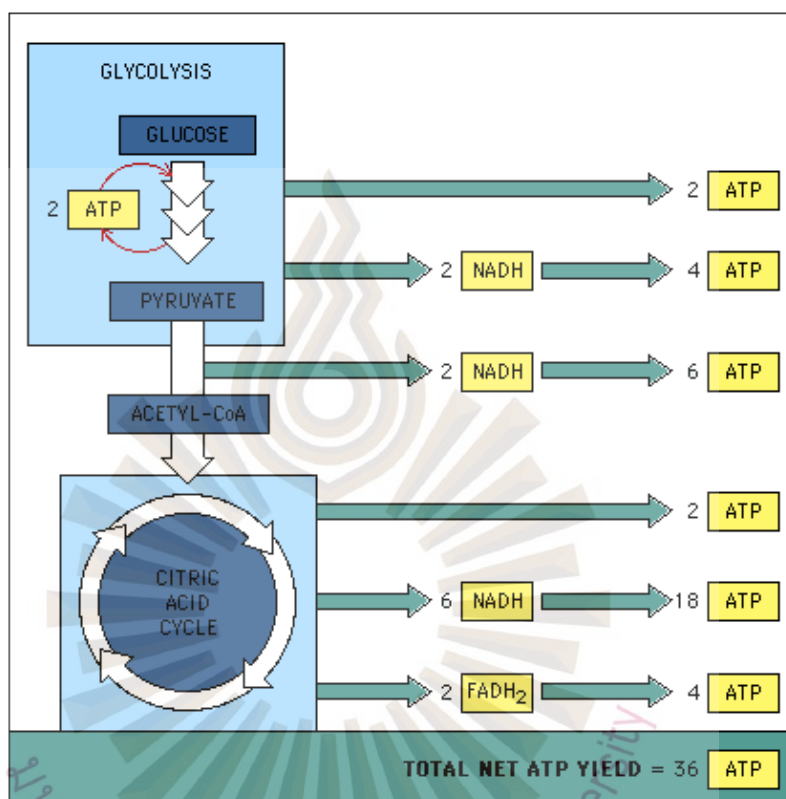
ภาพที่ 7 กระบวนการถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอน

ที่มา : <https://kanthapa5651.wordpress.com>

ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรียมีกลุ่มโปรตีนที่เรียก ATP synthase อยู่เป็นจำนวนมาก ATP synthase เป็นเอนไซม์ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยหลายหน่วย กลุ่มหนึ่งของหน่วยย่อยทำหน้าที่เป็นช่องให้โปรตอนผ่าน อีกกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่จับกับ ADP และ  $P_i$  เพื่อสร้าง ATP การส่งอิเล็กทรอนิกส์ตรอนต่อเป็นทอด ๆ ในระบบถ่ายทออิเล็กทรอนิกส์ตรอน ทำให้เกิดการสูบโปรตอนจากข้างในเมทริกซ์ผ่านเยื่อหุ้มชั้นใน ส่งผลให้ความเข้มข้นของโปรตอนในสองข้างของเยื่อหุ้มต่างกัน คือทางด้านเมทริกซ์จะต่ำ และทางด้านช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้ม (intermembrane space) จะสูง และเกิดความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้ม โดยทางด้านเมทริกซ์จะเป็นลบ ทางด้านช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มเป็นบวก แรงที่เกิดจากความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มและความแตกต่างของความเข้มข้นของโปรตอน จะรวมกันเกิดเป็นแรงขับเคลื่อนโปรตอน เพื่อนำโปรตอนผ่านเยื่อหุ้มชั้นในกลับไปยังเมทริกซ์ โดยมี ATP synthase ทำหน้าที่เป็น

ช่องทางผ่าน การผ่านของไฮโดรเจนไอออนทำให้เกิดพลังงานที่ช่วยผลักดันให้เกิดการสร้าง ATP โดยการรวมตัวของ ADP กับฟอสเฟตโดยการควบคู่พลังงาน

สรุปการหายใจระดับเซลล์ เมื่อสลายน้ำตาลกลูโคส โมเลกุล 1



ภาพที่ 8 แผนผังสรุปพลังงานที่ได้จากการหายใจระดับเซลล์  
ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/16868?page=0,6>

#### 4.2 กระบวนการ

##### 1. ความสามารถในการสื่อสาร

- นักเรียนสามารถสื่อสารกับครูและเพื่อนร่วมชั้นได้ในขณะทำกิจกรรม

##### 2. ความสามารถในการคิด

- นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบในการศึกษากระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบใช้

ออกซิเจน

### 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

-กระบวนการแก้ไขปัญหา จากใบงานที่ได้รับมอบหมาย

### 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ปรับตัว แก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นจริง

### 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- นักเรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นแหล่งข้อมูลได้

### 4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์กษัตริย์ | <input type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต        |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย    | <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง      | <input type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน     |
| <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย        | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ           |

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ขั้นกำหนดปัญหา (20 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทดลองเผาน้ำตาล เพื่อดูปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสภาวะที่มีออกซิเจน จะได้ผลิตภัณฑ์คือ พลังงาน น้ำ ( $H_2O$ ) และ คาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ออกมา ซึ่งพลังงานที่ได้นี้จะสูงมาก และพลังงานนี้ก็เท่ากับพลังงานที่ร่างกายของเราได้รับจากน้ำตาลและเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาเพียงขั้นตอนเดียว

1.2 จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามกับนักเรียนว่าร่างกายของเราก็ต้องเผาไหม้น้ำตาลเพื่อให้เกิดพลังงานเช่นเดียวกับการทดลอง แต่เพราะเหตุใดร่างกายจึงสามารถปลดปล่อยพลังงานออกมาได้โดยไม่ได้รับอันตรายใด ๆ

### 2. ขั้นดำเนินการศึกษาและค้นคว้า (30 นาที)

2.1 ครูแจกใบกิจกรรมเรื่องไกลโคไลซิส (glycolysis) และการสร้างแอซิติล โคเอนไซม์ เอ (Acetyl CoA production) จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ว่าเพราะเหตุใดร่างกายจึงสามารถปลดปล่อยพลังงานออกมาได้โดยที่เซลล์ไม่ได้รับอันตราย

## 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการค้นคว้าหาข้อมูล

### 3. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ (50 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการค้นคว้าว่าเพราะเหตุใดการสลายน้ำตาลภายในเซลล์จึงเกิดขึ้นได้โดยไม่สร้างความเสียหายให้กับเซลล์ (สุ่มเลือกลำดับกลุ่มที่จะนำเสนอคำตอบโดยการเล่นเกม)

3.2 ครูอธิบายกระบวนการเผาไหม้น้ำตาลหรือการหายใจระดับเซลล์ในร่างกายของคนว่าสาเหตุที่ไม่เกิดอันตรายกับเซลล์ เนื่องจากร่างกายเรามีการแบ่งเป็นชั้นตอนย่อย ๆ และมีเอนไซม์ช่วยในการทำงานทำงาน ทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานที่ละน้อย ร่างกายจึงสามารถนำพลังงานไปใช้ในการทำกิจกรรมได้

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายซักถามในประเด็นที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม

### 4. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้เผยแพร่ให้กับครอบครัวและสังคม

### 6. วัสดุ อุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้

#### 1. สื่อ

2.1 PowerPoint เรื่อง การหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน

2.2 วิดีโอ เรื่อง ไกลโคไลซิส (glycolysis) และการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ (Acetyl CoA production)

#### 2. แหล่งเรียนรู้

2.1 คู่มือครูวิชา ชีววิทยา

2.2 หนังสือ essential biology

2.3 เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชา ว3061 พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

### 7.การวัดประเมินผล

#### บันทึกผลหลังการสอน

##### 1. ผลการสอน

.....  
 .....





## 4. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางวไลภรณ์ อรรถศิริ)

ครูพี่เลี้ยง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## 8. ประเด็นที่สามารถนำไปใช้ทำวิจัยในชั้นเรียน

วิธีและแนวทางแก้ไขปัญหา

## 1. ปัญหาที่พบในชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

## 2. แนวทาง และวิธีการแก้ไข ปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

## 3. คำถามวิจัย

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ข. 2 แบบบันทึกภาคสนาม

แบบบันทึกภาคสนาม

ชื่อผู้สอน.....ชื่อผู้สังเกต.....

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

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ว 30161

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เรื่อง.....

คำชี้แจง แบบบันทึกภาคสนามชุดนี้ใช้สำหรับผู้วิจัยจัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

### 1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

### 2. ขั้นตอนทำความเข้าใจกับปัญหา

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

### 3. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

### 4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

### 5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

### 6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค / ข้อบกพร่องที่พบ

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

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวกาญจนา ก้าวสิทธิ์)

วันที่ / /

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ข. 3 แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู

### แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

ชื่อผู้สอน.....ชื่อผู้สังเกต.....

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

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ว 30161

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานในสิ่งมีชีวิต เรื่อง.....

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมชุดนี้ ใช้สำหรับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้  
ทำการบันทึกโดยผู้ช่วยวิจัย ตั้งแต่เริ่มเรียนจนกระทั่งจบคาบเรียนทั้งนี้เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการ  
เรียนรู้ครั้งต่อไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมการณ์เรียนของนักเรียน
1. ขั้นกำหนดปัญหา	
2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา	
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	

กระบวนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
4. ชั้นสังเคราะห์ความรู้	
5. ชั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	
6. ชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	



### แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู

ชื่อผู้สอน.....ชื่อผู้สังเกต.....

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

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ว 30161

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานในสิ่งมีชีวิต เรื่อง.....

คำชี้แจง แบบสังเกตพฤติกรรมชุดนี้ ใช้สำหรับสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน ทำการบันทึกโดยผู้ช่วยวิจัย ตั้งแต่เริ่มเรียนจนกระทั่งจบคาบเรียนทั้งนี้เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
1. ขึ้นกำหนดปัญหา	
2. ขึ้นทำความเข้าใจกับปัญหา	
3. ขึ้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	



กระบวนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
4. ชั้นสังเคราะห์ความรู้	
5. ชั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	
6. ชั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	

### ข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ

1. ความเหมาะสมน่าสนใจของเนื้อหา

.....

.....

.....

.....

2. ความเหมาะสมของการใช้สื่อการสอน

.....

.....

.....

.....

3. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

4. การควบคุมชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

## 5. บุคลิกภาพของครูผู้สอน

.....

.....

.....

.....

.....

## 6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

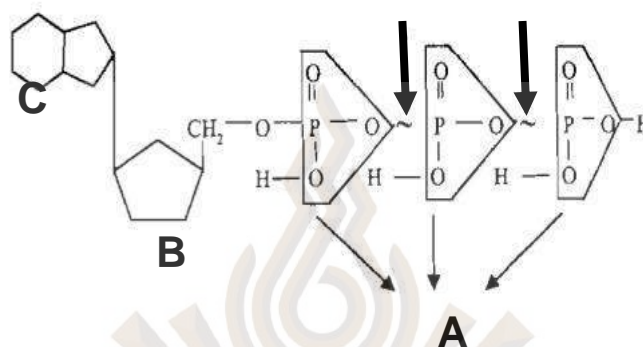


ลงชื่อ ..... ผู้สังเกต

(.....)

ภาคผนวก ข. 4 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

1. ในทุก ๆ วันมนุษย์เราต้องใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งจะถูกเก็บไว้ในโมเลกุลของสารประกอบชนิดหนึ่ง จากภาพด้านล่างนักเรียนคิดว่าคือโครงสร้างของการประกอบชนิดใด



- ก. AMP
- ข. ADP
- ค. ATP
- ง. ข้อ ก และข้อ ข ถูก

2. นักเรียนคิดว่าขั้นตอนของการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในข้อใดที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์พลังงานมากที่สุด

- ก. วัฏจักรเครบส์
- ข. กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอน
- ค. กระบวนการไกลโคลิซิส
- ง. การสร้างแอสिटิลโคเอนไซม์ เอ

3. ในกระบวนการไกลโคลิซิส จะมีการสังเคราะห์ ATP ขึ้น ร่างกายของเราจะมีกระบวนการจัดการกับ ATP ที่เกิดขึ้นอย่างไร

- ก. นำเข้าสู่ขั้นตอนการสร้าง Acetyl Co enzyme A
- ข. นำเข้าสู่ขั้นตอนการถ่ายเทอิเล็กตรอน
- ค. นำไปสะสมไว้ในร่างกายเท่านั้น
- ง. นำไปใช้เป็นพลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ส่วนหนึ่งและสะสมไว้อีกส่วนหนึ่ง

4. ถ้านักเรียนรับประทานน้ำตาลกลูโคสจำนวน 10 โมเลกุล เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาไกลโคไลซิส ของการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน นักเรียนคิดว่าจะได้สารประกอบชนิดใดบ้างและจำนวนเท่าใด

- ก. กรดไพรูวิก 10 โมเลกุล
- ข. กรดไพรูวิก 20 โมเลกุล
- ค. กรดแลคติก 10 โมเลกุล
- ง. กรดแลคติก 20 โมเลกุล

5. นักเรียนคิดว่าถ้านำกรดปาล์มมิก 1 โมเลกุล ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอน 16 อะตอมมาสลายตัวในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ จะเกิดอะซิetyl โคเอนไซม์ เอ ได้มากที่สุดกี่โมเลกุล

- ก. 2 โมเลกุล
- ข. 8 โมเลกุล
- ค. 16 โมเลกุล
- ง. 32 โมเลกุล

6. เมื่อนักเรียนรับประทาน ปลาทู และมันหมู ร่างกายจะสามารถรับสารอาหารเข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์ได้ โดยมีขั้นตอนใดเป็นปฏิกิริยาเชื่อมต่อของการสลายสารอาหารเหล่านี้

- ก. กระบวนการไกลโคไลซิส
- ข. วัฏจักรเครบส์
- ค. กระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอน
- ง. การสร้างอะซิetyl โคเอนไซม์ เอ

7. การหายใจแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีขั้นตอนใดเหมือนกัน

- ก. Glycolysis
- ข. Krebs cycle
- ค. Acetyl Co A
- ง. Electron transports

8. ปกติมนุษย์จะหายใจเข้าเพื่อเอาก๊าซออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งออกซิเจนที่เข้าสู่ร่างกายนั้นนักเรียนคิดว่า ออกซิเจนจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับช่วงใดของการหายใจระดับเซลล์

- ก. การถ่ายทอดอิเล็กตรอน
- ข. ไกลโคลิซิส
- ค. วัฏจักรเครบส์
- ง. การสร้างอะซิetyl โค เอ็นไซม์ เอ

9. ในกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนของกระบวนการไกลโคลิซิส จะได้ผลดังนี้

- ก. pyruvic acid +2ATP +2H
- ข. 2 pyruvic acid +2ATP +4H
- ค. Acetyl Co enzyme A +CO<sub>2</sub> +4H
- ง. 2 Acetyl Co enzyme A +2CO<sub>2</sub> +4H

10. เพราะเหตุใดขั้นตอนแรกของกระบวนการไกลโคลิซิสจะต้องมีกระบวนการฟอสโฟริเลชัน

- ก. เพื่อให้โมเลกุลของกลูโคสเสถียรขึ้น พร้อมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ข. เพื่อให้โมเลกุลของกลูโคสมีพลังงานสูงขึ้นพร้อมที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ค. เพื่อกระตุ้นให้โมเลกุลของกลูโคสปลดปล่อยพลังงานออกมา พร้อมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลง
- ง. เพื่อให้ปฏิกิริยาการสลายพันธะระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนเกิดได้เร็วขึ้น

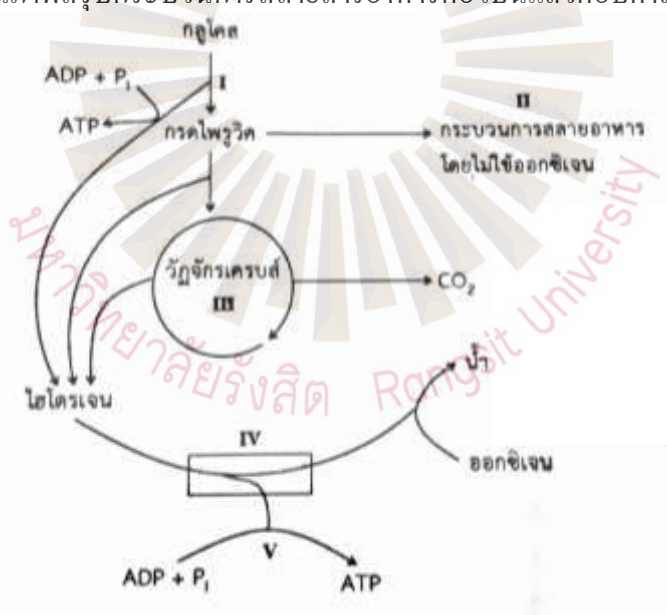
11. โซลิวชัน (CN) มีความเป็นพิษต่อไมโทคอนเดรียของเซลล์ โดยยับยั้งการขนส่งอิเล็กตรอนในขั้นสุดท้าย เซลล์เม็ดเลือดแดงจะมีลักษณะอย่างไร เมื่อนำเลือดของคนใส่ในสารละลายโซลิวชันที่เป็นสารละลายไอโซโทนิกต่อเซลล์ (isotonic solution)

- ก. เซลล์เม็ดเลือดแดงแตก
- ข. เซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะคงเดิม
- ค. ไมโทคอนเดรียของเซลล์เม็ดเลือดแดงจะถูกทำลาย
- ง. เซลล์เม็ดเลือดแดงจะไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนได้

12. นักเรียนคนหนึ่งทดลองทำไวน์ โดยใช้ยีสต์ลงไปใต้น้ำองุ่นผสมน้ำตาล และปล่อยให้ยีสต์เติบโต อีกหลายวันต่อมาเขาพบว่าระดับน้ำตาลในน้ำองุ่นผสมมีปริมาณน้อยลง แต่ยังไม่ปรากฏพบแอลกอฮอล์ในน้ำองุ่นผสมนี้ ข้อใดอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ดีที่สุด

- ก. ต้องเพิ่มน้ำตาลในน้ำองุ่นผสมนี้อีก เพราะยีสต์ต้องใช้พลังงานจำนวนมากก่อนที่จะเริ่มในการผลิต alcohol
- ข. ต้องทำให้น้ำองุ่นนี้มีปริมาณ  $O_2$  น้อยลง เพราะยีสต์จะผลิต alcohol ในภาวะที่ไม่มี  $O_2$
- ค. ต้องทำให้น้ำองุ่นผสมนี้มีปริมาณ  $O_2$  เพิ่มขึ้น เพราะยีสต์ต้องการ  $O_2$  เพื่อที่จะสลายน้ำตาลและต้องมีพลังงานเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ผลิตแอลกอฮอล์ด้วย
- ง. ต้องลดปริมาณน้ำตาลในน้ำองุ่นผสม เพราะความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงจะกระตุ้นให้เกิดการหายใจระดับเซลล์และ alcohol ไม่ใช่ผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหายใจระดับเซลล์

13. พิจารณาแผนภาพสรุปกระบวนการสลายสารอาหารต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-14



ในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่โตเต็มวัยของมนุษย์จะไม่พบขั้นตอนหมายเลขใด

- ก .I และ III
- ข .III และ IV
- ค .I III และ IV
- ง .III IV และ V

14. ถ้าใช้กลูโคส 4 โมเลกุล จะได้ผลผลิตเป็นเท่าใดในขั้นตอนที่ II

- ก. 4 ATP และกรดแลกติก 2 โมเลกุล
- ข. 4 ATP และกรดแลกติก 8 โมเลกุล
- ค. 8 ATP และกรดแลกติก 8 โมเลกุล
- ง. 8 ATP กรดแลกติก 8 โมเลกุล และคาร์บอนไดออกไซด์ 8 โมเลกุล

15. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ หลังจากทีนักเรียนคนหนึ่ง ออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบขณะนอนหลับ

	ไกลโคเจน	ATP	กรดแลกติก	ค่า pH
ก.	ลดลง	ลดลง	เพิ่มขึ้น	ลดลง
ข.	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
ค.	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
ง.	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง	เพิ่มขึ้น
จ.	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง	ลดลง

16. สารใดในข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในการหายใจแบบไม่ใช้

ออกซิเจนของเซลล์กล้ามเนื้อ

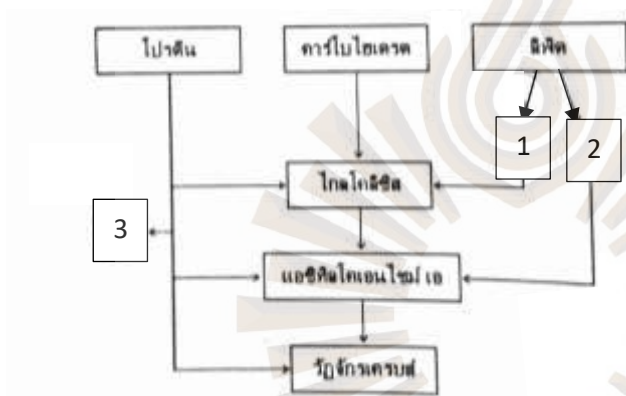
- ก. acetaldehyde
- ข. lactic acid
- ค. pyruvate
- ง.  $\text{NAD}^+$



17. การหมักกรดแลกติกของกล้ามเนื้อและการหมักแอลกอฮอล์ของแบคทีเรีย มีสารใดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ตามลำดับ

- ก. ออกซิเจน      น้ำ
- ข. กรดแลกติก    เอทานอล
- ค. ไพรูเวต       อะเซทิลดีไฮด์
- ง.  $\text{NAD}^+$         $\text{FADH}_2$

18. แผนภาพการหายใจระดับเซลล์ในปลา



1 2 และ 3 คืออะไรตามลำดับ

- ก. กรดไขมัน    กลีเซอรอล    ยูเรีย
- ข. กรดไขมัน    กลีเซอรอล     $\text{NH}_3$
- ค. กลีเซอรอล   กรดไขมัน    ยูเรีย
- ง. กลีเซอรอล   กรดไขมัน     $\text{NH}_3$

19. สารในข้อใดเมื่อเข้าสู่กระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์จะได้  $\text{CO}_2$  และ น้ำ อย่างสมบูรณ์ จะเกิดการสร้าง ATP มากที่สุด

- ก. glucose 1 โมเลกุล
- ข. fructose-6-phosphate 1 โมเลกุล
- ค. 1,3-bisphosphoglycerate 2 โมเลกุล
- ง. glyceraldehyde-3-phosphate 2 โมเลกุล

20. พลังงานจากการหายใจเกิดขึ้นจากกระบวนการใดมากที่สุด

- ก. วัฏจักรเครบส์
- ข. กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน
- ค. การเปลี่ยนกลูโคสเป็นไพรูวิก
- ง. การเปลี่ยนกรดไพรูวิกเป็น Acetyl Co Enzyme A

21. ปฏิกิริยาไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ และกระบวนการการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดในเซลล์ตามลำดับ

- ก. ไซโทซอล เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย และเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย
- ข. ไซโทซอล เยื่อหุ้มชั้นนอกของไมโทคอนเดรีย และเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย
- ค. นิวเคลียส เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย และช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย
- ง. นิวเคลียส เยื่อหุ้มชั้นนอกของไมโทคอนเดรีย และช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย

22. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุลของเซลล์เม็ดเลือดแดงของคนในสภาวะที่มี  $O_2$  เพียงพอ จะสามารถผลิต ATP ได้กี่โมเลกุล

- ก. 2 โมเลกุล
- ข. 4 โมเลกุล
- ค. 36 โมเลกุล
- ง. 36-38 โมเลกุล

23. ถ้าใส่สารพิษที่ทำให้โปรตอนรั่วไหลออกมาจากไมโทคอนเดรีย สารพิษนี้จะมีผลต่อกระบวนการใดของไมโทคอนเดรีย

- ก. ฟอสโฟริเลชัน
  - ข. การถ่ายทอดอิเล็กตรอน
  - ค. การผลิตน้ำ
1. ก.
  2. ก. และ ข.
  3. ข. และ ค.
  4. ก., ข. และ ค.

24.  $\text{CO}_2$  ได้จากปฏิกิริยาการหายใจ ส่วนใหญ่ได้มาจากปฏิกิริยาช่วงใด

- ก. กลูโคสเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก
- ข. กรดไพรูวิกเปลี่ยนเป็น acetyl coenzyme A
- ค. ระบบถ่ายเทอิเล็กตรอน
- ง. วัฏจักรเครบส์

25. ปฏิกิริยาของการหายใจช่วงใด ที่ควบคุมไม่ให้พลังงานที่ได้จากการหายใจปล่อยออกมาหมดทันทีแต่เก็บพลังงานไว้ในรูป ATP

- ก. วัฏจักรเครบส์
- ข. ระบบถ่ายเทอิเล็กตรอน
- ค. กลูโคสเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก
- ง. กรดไพรูวิกเปลี่ยนเป็น acetyl coenzyme A

26. นักเรียนใส่ยีสต์ปริมาณเท่ากัน ลงในขวด 2 ขวด คือขวด A และ B ในขวดทั้งสองนี้มีสารละลายน้ำตาลที่มีปริมาณเท่ากันด้วย จากนั้นขวด A ปิดด้วยจุกสำลี ส่วนขวด B ปิดด้วยจุกยางหลังจากทิ้งไว้ 1 อาทิตย์ นักเรียนคิดว่าขวดไหนควรมีจำนวนเซลล์ของยีสต์มากกว่ากัน เพราะเหตุใด

- ก. ขวด A มากกว่า เพราะยีสต์ได้รับ  $\text{O}_2$  ทำให้มีการแบ่งเซลล์มาก
- ข. ขวด A มากกว่า เพราะ  $\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้นจากขบวนการหายใจกระตุ้นให้มีการแบ่งเซลล์
- ค. ขวด B มากกว่า เพราะแอลกอฮอล์เป็นพิษทำให้เซลล์ต้องแบ่งตัวมาก
- ง. ขวด B มากกว่า เพราะขาด  $\text{O}_2$  จึงต้องรีบแบ่งตัวเพื่อความอยู่รอด

27. เนื้อเยื่อสัตว์มีกระดูกสัตว์สันหลังที่สามารถเกิดการหายใจแบบไม่มีออกซิเจนได้ดีเป็นพิเศษคือ

- ก. กล้ามเนื้อหัวใจ
- ข. กล้ามเนื้อเรียบ
- ค. กล้ามเนื้อลาย
- ง. ม้าม



32. การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนในยีสต์ จะให้พลังงานน้อยกว่าการหายใจ แบบใช้ออกซิเจนกี่เท่าและให้ผลิตภัณฑ์เป็นอะไร

- ก. 16 เท่า เอทิลแอลกอฮอล์และน้ำ
- ข. 19 เท่า เอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์
- ค. 34 เท่า เอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. 38 เท่า คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

33. ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเพื่อสร้าง ATP สารตัวใดที่เป็นตัวกลางรับอิเล็กตรอน

- ก.  $\text{NADP}^+$ ,  $\text{FADH}_2$ , อินทรีย์สารที่มีวิตามินเป็นองค์ประกอบ
- ข.  $\text{NADP}^+$ ,  $\text{FAD}$ , ไซโทโครม  $\text{O}_2$
- ค.  $\text{NADP}^+$ ,  $\text{FAD}$ , ไซโทพลาซึม  $\text{O}_2$
- ง.  $\text{NAD}^+$ ,  $\text{FAD}$ , ไซโทโครม

34. เมื่อกรดไพรูวิกซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ของไกลโคลิซิสเข้าสู่วัฏจักรเครบส์แล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับคาร์บอนอะตอมในกรดไพรูวิก 1 โมเลกุล

- ก. คาร์บอน 3 อะตอมของกรดไพรูวิก ถูกนำไปสร้างเป็นแอซิติลโคเอนไซม์ เอ
- ข. คาร์บอน 3 อะตอมของกรดไพรูวิก ถูกออกซิไดส์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด
- ค. คาร์บอน 3 อะตอมของกรดไพรูวิก ถูกเปลี่ยนเป็นกรดซิตริก
- ง. คาร์บอน 3 อะตอมของกรดไพรูวิก ทำปฏิกิริยากับสาร โคเอนไซม์ เอ

35. ในการทดลองหมักไวน์ผลไม้ชนิดหนึ่ง พบว่าผลไม้ทิ้งไว้ 7 วัน มีแอลกอฮอล์เกิดขึ้น แต่เมื่อหมักทิ้งไว้อีกพบว่าไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ แต่มีรสเปรี้ยว การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากจุลินทรีย์ชนิดใด

- ก. แบคทีเรีย
- ข. ยีสต์
- ค. รา
- ง. แอนาบีเรีย

36. หากนำยีสต์ไปใส่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสูงๆ จะไม่มี fermentation เกิดขึ้นเพราะเหตุใด

- ก. เกิดแอลกอฮอล์มากทำให้ยีสต์ตาย
- ข. ยีสต์ไม่สามารถเติบโตได้ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง
- ค. ยีสต์ตายเพราะสูญเสียน้ำ
- ง. สร้าง CO<sub>2</sub> ออกมามากและเป็นพิษต่อยีสต์

37. สาเหตุที่ทำให้กบตายในที่ที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอที่น่าจะเกิดจากสาเหตุใดเป็นอันดับแรก

- ก. เซลล์ไม่สามารถดึงอิเล็กตรอนออกจากอาหารได้
- ข. เซลล์ไม่สามารถหมุนเวียน NAD<sup>+</sup>เอามาใช้ได้ทัน
- ค. เซลล์ไม่สามารถสร้าง ATP ขึ้นมาได้
- ง. เซลล์ไม่สามารถสลายสารอาหารให้เป็น CO<sub>2</sub> ได้

38. กระบวนการสลายคาร์โบไฮเดรตและไขมันแตกต่างกันในข้อใด

- ก. ไขมันให้น้ำน้อยกว่า แต่ให้พลังงานมากกว่า
- ข. ไขมันให้น้ำมากกว่า แต่ให้พลังงานน้อยกว่า
- ค. ไขมันให้น้ำมากกว่า และให้พลังงานมากกว่า
- ง. ไขมันให้น้ำน้อยกว่า และให้พลังงานน้อยกว่า

39. ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งพบว่ามีการ X Y Z เกิดขึ้นโดยอาศัยเอนไซม์ A และ B เป็นตัวเร่ง เมื่อใส่สารยับยั้งการทำงานของ A พบว่าจะทำให้ X และ Z น้อยลง แต่ Y มากขึ้น และ เมื่อใส่สารยับยั้งการทำงานของ B จะทำให้ X เพิ่มขึ้น Y ไม่เปลี่ยนแปลงแต่ Z น้อยลง ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นแบบใด

- ก. X ----> Y ----> Z
- ข. Y ----> Z ----> X
- ค. Y ----> X ----> Z
- ง. Z ----> X ----> Y

40. ระดับพลังงานของสารต่าง ๆ ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเป็นอย่างไร

ก.  $FAD \rightarrow NADH \rightarrow \text{ไซโทโครม b} \rightarrow a \rightarrow c$

ข.  $NADH \rightarrow FAD \rightarrow \text{ไซโทโครม b} \rightarrow c \rightarrow a$

ค.  $\text{ไซโทโครม b} \rightarrow c \rightarrow FAD \rightarrow NADH$

ง.  $\text{ไซโทโครม b} \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow NADH \rightarrow FAD$

### เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	3	11	2	21	1	31	1
2	2	12	2	22	1	31	2
3	4	13	4	23	1	33	4
4	2	14	3	24	4	34	2
5	2	15	1	25	2	35	1
6	1	16	3	26	1	36	3
7	1	17	3	27	3	37	1
8	1	18	4	28	2	38	3
9	2	19	4	29	3	39	4
10	2	20	2	30	3	40	2

ภาคผนวก ข. 5 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา  
เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน  
เพื่อพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

- ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด  
ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก  
ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง  
ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย  
ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านบรรยากาศ</b>						
1	บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
2	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
<b>ด้านกิจกรรมการเรียน</b>						
1	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
2	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด					
3	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ					
4	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น					
5	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น					
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน					



ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
<b>ประโยชน์ที่ได้รับ</b>						
1	การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
2	การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน					
3	การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้					
4	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ					
5	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่สูงขึ้น					
6	การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล					
7	กิจกรรมการเรียนการสอนนี้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข. 6 แบบวัดทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**แบบฝึกหัด**

**วิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 1 ว 30161**

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

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

1. จากเนื้อหาในคาบเรียนนี้ มีการกล่าวเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ชีวิตประจำวันในเรื่องใดและอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนมีความคิดเห็นกับเหตุการณ์ดังกล่าวอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. หากนักเรียนพบผลไม้นชนิดหนึ่งที่นักเรียนไม่ทราบชื่อ และมีผู้กล่าวอ้างว่าหากรับประทานผลไม้นชนิดนี้แล้วจะมีอาการหัวใจผิดปกติ และหมดสติ นักเรียนจะเชื่อหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

### แบบประเมินทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ต่ำ (1)
ความสนใจ	ตอบคำถามตรงประเด็น กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างครบถ้วน และ อธิบายเหตุผลประกอบตรงประเด็น	ตอบคำถามตรงประเด็น กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างครบถ้วน แต่อธิบายเหตุผลประกอบไม่ตรงประเด็น	ตอบคำถามตรงประเด็น แต่กล่าวถึงเนื้อหาที่ครูยกตัวอย่างไม่ครบถ้วนและอธิบายเหตุผลประกอบตรงประเด็นไม่ได้	ตอบคำถามตรงประเด็นเพียงบางส่วน แต่ยกตัวอย่าง และ อธิบายเหตุผลประกอบไม่ตรงประเด็น
การแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน มีเหตุผลสนับสนุน และยกตัวอย่างประกอบได้	แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน มีเหตุผลสนับสนุนแต่ยกตัวอย่างประกอบไม่ได้	แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน แต่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน และยกตัวอย่างประกอบไม่ได้	แสดงความคิดเห็นไม่ชัดเจน ไม่มีเหตุผลสนับสนุนและยกตัวอย่างประกอบไม่ได้

### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.75 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.76-2.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.25 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดี

ค่าเฉลี่ย 3.26-4.00 หมายถึง มีส่วนร่วมในเกณฑ์ดีมาก



ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

**ภาคผนวก ค. 1** ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

**ตารางที่ ค. 1.1** ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการหายใจระดับเซลล์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	0	0.67	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	0	-1	1	0	ปรับแก้ไข
11	1	-1	1	0.37	ปรับแก้ไข
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	0	1	1	0.67	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	-1	1	0.37	ปรับแก้ไข
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	-1	1	0.37	ปรับแก้ไข
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค. 1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการ  
สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการหายใจระดับเซลล์ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้
23	0	1	1	0.67	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1.00	ใช้ได้
32	1	-1	1	0.37	ปรับแก้ไข
33	1	1	1	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1.00	ใช้ได้
35	1	-1	-1	-1.00	ปรับแก้ไข
36	0	1	1	0.67	ใช้ได้
37	1	1	1	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค. 1.2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการหายใจระดับเซลล์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.63	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.33	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.33	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.42	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.50	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.50	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.46	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.29	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.25	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.33	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.42	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.42	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.38	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.21	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ ค. 1.2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการหายใจระดับเซลล์ (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
21	0.67	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.21	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.33	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.46	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.38	ใช้ได้	0.79	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.54	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.54	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.54	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.58	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.63	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.33	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.58	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.33	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.67	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.33	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.38	ใช้ได้	0.79	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.38	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.54	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้





ภาคผนวก ง

รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ง. 1 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการหายใจระดับเซลล์

ตารางที่ ง. 1 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 จำนวน 25 คน

ลำดับ	%Pre	%Post	Actual gain	Maximum Possible gain	Normalize gain	Level
1	23.33	76.67	53.33	76.67	0.70	Medium gain
2	26.67	73.33	46.67	73.33	0.64	Medium gain
3	26.67	76.67	50.00	73.33	0.68	Medium gain
4	13.33	80.00	66.67	86.67	0.77	High gain
5	13.33	73.33	60.00	86.67	0.69	Medium gain
6	23.33	63.33	40.00	76.67	0.52	Medium gain
7	16.67	73.33	56.67	83.33	0.68	Medium gain
8	16.67	66.67	50.00	83.33	0.60	Medium gain
9	63.33	70.00	6.67	36.67	0.18	Low gain
10	10.00	60.00	50.00	90.00	0.56	Medium gain
11	26.67	83.33	56.67	73.33	0.77	Medium gain
12	23.33	70.00	46.67	76.67	0.61	Medium gain
13	16.67	70.00	53.33	83.33	0.64	Medium gain
14	16.67	63.33	46.67	83.33	0.56	Medium gain
15	30.00	66.67	36.67	70.00	0.52	Medium gain
16	23.33	70.00	46.67	76.67	0.61	Medium gain
17	20.00	76.67	56.67	80.00	0.71	High gain
18	63.33	80.00	16.67	36.67	0.45	Medium gain
19	20.00	70.00	50.00	80.00	0.63	Medium gain
20	13.33	73.33	60.00	86.67	0.69	Medium gain

ตารางที่ ง. 1 คะแนนผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ห้อง 2 จำนวน 25 คน (ต่อ)

ลำดับ	%Pre	%Post	Actual gain	Maximum Possible gain	Normalize gain	Level
21	23.33	83.33	60.00	76.67	0.78	High gain
22	23.33	73.33	50.00	76.67	0.65	Medium gain
23	10.00	46.67	36.67	90.00	0.41	Medium gain
24	50.00	60.00	10.00	50.00	0.20	Low gain
25	13.33	80.00	66.67	86.67	0.77	High gain



ภาคผนวก ง. 2 แสดงค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง การหายใจระดับเซลล์

คนที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70	ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
1	30	23	76.67	√	
2	30	22	73.33	√	
3	30	23	76.67	√	
4	30	24	80.00	√	
5	30	22	73.33	√	
6	30	19	63.33		√
7	30	22	73.33	√	
8	30	20	66.67		√
9	30	21	70.00	√	
10	30	18	60.00		√
11	30	25	83.33	√	
12	30	21	70.00	√	
13	30	21	70.00	√	
14	30	19	63.33		√
15	30	20	66.67		√
16	30	21	70.00	√	
17	30	23	76.67	√	
18	30	24	80.00	√	
19	30	21	70.00	√	
20	30	22	73.33	√	
21	30	25	83.33	√	
22	30	22	73.33	√	
23	30	14	46.67		√
24	30	18	60.00		√
25	30	24	80.00	√	
รวมเฉลี่ย			71.2	18 (คน)	7 (คน)

**ภาคผนวก ง. 3** ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลังจากที่  
ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนกลุ่ม  
ตัวอย่าง จำนวน 25 คน

ตารางที่ ง. 3 ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลังจากที่ได้รับ  
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ เจตคติ
<b>ด้านบรรยากาศ</b>				
1	บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	3.52	0.77	มาก
2	บรรยากาศของการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	3.48	0.82	ปาน กลาง
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
1	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.16	0.94	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด	3.56	0.87	มาก
3	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าคิดกล้าตอบ	4.40	0.65	มาก
4	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น	4.00	0.58	มาก
5	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามาก ขึ้น	3.44	1.23	ปาน กลาง

ตารางที่ ง. 3 ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนวิชา พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลังจากที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ เจตคติ
<b>ด้านกิจกรรมการเรียน</b>				
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน	3.12	0.78	ปาน กลาง
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>				
1	การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	3	1.15	ปาน กลาง
2	การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน	3.36	0.70	มาก
3	การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความ เข้าใจด้วยตนเองได้	3.28	0.94	ปาน กลาง
4	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ ในวิชาอื่น ๆ	3.32	0.69	ปาน กลาง
5	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่ สูงขึ้น	3.72	0.98	มาก
6	การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล	4.16	0.85	มาก
7	กิจกรรมการเรียนนี้ทำให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.24	0.44	มาก



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างภาพกิจกรรมจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



ภาพ จ.1 การทำกิจกรรมจากกัจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เรื่อง การหายใจระดับเซลล์





ภาพ จ.1 การทำกิจกรรมจากกัณฑ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (ต่อ)



ภาพ จ.1 การทำกิจกรรมจากกัจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การหายใจระดับ เซลล์ (ต่อ)

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	กาญจนา ก้าวสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	22 กรกฎาคม 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา, 2561 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2562
ทุนการศึกษา	ทุนโครงการวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ระดับ ปริญญาโททางการศึกษา
ที่อยู่ปัจจุบัน	181 หมู่ที่ 9 ตำบลเหนือเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด Kanjana.253939@gmail.com

