



การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา  
เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
วิทยาลัยครุสุริยเทพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562



**THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY OF GRADE 11  
STUDENTS IN THE BIOLOGY LESSON ON “ANGIOSPERM  
REPRODUCTION” BY USING SCIENCE, TECHNOLOGY,  
SOCIETY, AND ENVIRONMENT (STSE) APPROACH**

**BY**

**PANTITA KANNIKA**

**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

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา  
เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

โดย

ปัทมา วรรณิการ์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2562

ผศ.ดร.นิตา พักตร์วิไล  
ประธานกรรมการสอบ

รศ. ดร.กาญจนา จันทร์ประเสริฐ  
กรรมการ

ผศ. ดร.ธเนศ พงศ์ธีรรัตน์  
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

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

Thesis entitled

**THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY OF GRADE 11 STUDENTS IN  
THE BIOLOGY LESSON ON “ANGIOSPERM REPRODUCTION”  
BY USING SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY,  
AND ENVIRONMENT (STSE) APPROACH**

by

PANTITA KANNIKA

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.Plt.Off. Vanee Sooksatra, D.Eng.)

Dean of Graduate School

June 4, 2020

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ธเนศ พงศ์ธีรรัตน์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัยประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำปรึกษาขั้นตอนการทำงานวิจัย ความคิดเห็นที่มีประโยชน์ต่อการทำวิจัย แก่ใจและให้คำแนะนำที่ดี ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.นิสา พักตร์วิไล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ รศ.ดร. กาญจนา จันทร์ประเสริฐ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ให้แนวคิดและแนวการปฏิบัติการทำงานวิจัยที่มีคุณภาพ

ขอกราบขอบพระคุณนางวไลภรณ์ อรรถศิริ ที่ให้ความกรุณาในการตรวจเครื่องมือและให้คำปรึกษา รวมไปถึง นางสาวสุณิสา คงคล้าย และนางสาวพรพรรณ โนมวงศ์ ครูผู้ช่วยวิจัยซึ่งช่วยสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้และแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ โครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (โครงการ สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้ให้ทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกภายในครอบครัวที่ได้ให้คำอบรมสั่งสอน รวมไปถึงการให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปัทมา วรรณิการ์

ผู้วิจัย

6106140 : ปัทมาภรณ์ วรรณิการ  
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชา  
 ชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตาม  
 แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม  
 หลักสูตร : ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชเนศ พงศ์ธีรรัตน์

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มเป้าหมายของการศึกษานี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 24 คน ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แบบวัดผลการเรียนรู้ทางการเรียน ซึ่งค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2. – 0.53 และค่าความเชื่อมั่น 0.77 และแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยระดับการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น 2 ระดับ และผลคะแนนเจตติยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลการเรียนรู้ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนมีค่า Normalized gain 0.65 ซึ่งระดับเพิ่มขึ้นปานกลาง และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลอยู่ในระดับเพิ่มขึ้นปานกลางร้อยละ 62.5 และระดับเพิ่มขึ้นสูงร้อยละ 37.5 และ 3) ผลเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก โดยผลเจตคติที่มีคะแนนสูงสุดคือด้านผู้เรียนเกี่ยวกับนักเรียนได้รับโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง และคะแนนต่ำคือด้านกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ น้อย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ต่อการเรียนดีขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 177 หน้า)

คำสำคัญ: การรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และผลการเรียนรู้, ผลการเรียนรู้  
 ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

6106140 : Pantita Kannika  
 Thesis Title : The Development of Scientific Literacy of Grade 11 Students in the  
 Biology Lesson on “Angiosperm Reproduction” by Using Science,  
 Technology, Society, and Environment (STSE) Approach  
 Program : Master of Arts in Teaching Science  
 Thesis Advisor : Asst.Prof. Tanett Pongtheerat, Ph.D.

### Abstract

The aims of this research were 1) to the development of scientific literacy by using science, technology, society, and environment (STSE) approach, 2) to compare learning outcome of students between before and after treated with the approach, and 3) to study their attitudes towards STSE learning. The samples were 24 grade 11 students at a secondary school in Pathumthani Province in the academic year 2019. The research instruments were lesson plans, a pretest and a posttest of science literacy with IOC values between 0.67 - 1.00, a learning outcome test with an IOC value between 0.67 - 1.00, a difficulty between 0.30 – 0.80, a discrimination between 0.20 – 0.8 and a reliability of 0.77, and an attitude test.

The results showed that students’ posttest scores were higher after learning STSE. The level of science literacy increased by two levels, and the posttest average score of three science competencies was higher than the pretest average score. Students’ learning outcome posttest scores were higher than their pretest scores. The class learning outcomes score increased with a normalized gain of 0.65, classified as medium gain. The scores of 62.5% and 37.5% of the students were moderate and high, respectively. The result of students’ attitudes was at a very good level. ‘Opportunity to express their opinions’ displayed the highest mean, and ‘Learning activities’ displayed the lowest mean. Therefore, science, technology, society, and environment (STSE) approach could promote student’s scientific literacy, learning outcomes and attitude in biology.

(Total 177 pages)

Keywords: Scientific Literacy, Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach,  
 Learning Outcome

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	8
1.3 คำถามการวิจัย	9
1.4 สมมติฐานการวิจัย	9
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	10
1.6 กรอบแนวคิดวิจัย	11
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	12
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>14</b>
2.1 หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค	14
2.2 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา	18
2.3 เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก	21
2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม	22
2.5 การรู้วิทยาศาสตร์	32
2.6 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	42
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51



## สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
<b>บทที่ 3</b>	<b>วิธีการดำเนินงานวิจัย</b>	<b>56</b>
	3.1 บริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน	56
	3.2 รูปแบบการวิจัย	58
	3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
	3.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
	3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	68
	3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	69
	3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>75</b>
	4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก	75
	4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	92
	4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการเรียนรู้ทางการเรียน	99
	4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้	103
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>107</b>
	5.1 สรุปผลการวิจัย	107
	5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย	112
	5.3 ข้อเสนอแนะ	113
<b>บรรณานุกรม</b>		<b>115</b>
<b>ภาคผนวก</b>		<b>122</b>
	ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ และครูผู้ช่วยวิจัย	123
	ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย	125

**สารบัญ (ต่อ)**

	<b>หน้า</b>
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย	134
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติและสะท้อนผลการวิจัย	148
ภาคผนวก จ รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ	168
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างผลงานนักเรียนและภาพบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	172
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>177</b>



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	แสดงจำนวนหน่วยกิตของสาระการเรียนรู้พื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ	17
2.2	แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (Angiosperm Reproduction)	22
2.3	แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม	31
2.4	แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015	37
2.5	แสดงการเปรียบเทียบวิธีการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	50
3.1	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก	62
3.2	แสดงเกณฑ์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีช่วงคะแนนและระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	70
3.3	แสดงเกณฑ์การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้	71
4.1	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	88
4.2	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน	92
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	100
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์ระดับเจตคติแต่ละด้านของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก	103

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย	11
2.1	แสดงการสรุปจำนวนหน่วยกิตรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติม	18
2.2	แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม	25
2.3	แสดงกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015	36
2.4	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Lewin	44
2.5	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Elliott	46
2.6	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Carr & Kimmis	47
2.7	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis & McTaggart เรียกว่า Action Research Spiral	47
2.8	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ McNiff & Whitehead เรียกววงจรการปฏิบัติงานนี้ว่าวงจรการปฏิบัติงานและสะท้อนความคิด (Action-reflection Cycle)	49
2.9	แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Inoue	50
4.1	แสดงการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน	86
4.2	แสดงนักเรียนยกมือเพื่อสอบถามข้อสงสัย	86
4.3	แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียน	95
4.4	แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน	96
4.5	แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน	97
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลที่ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน	101
4.7	แสดงผลการวิเคราะห์รายชื่อของระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้	104

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่โลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่สังคมมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเรื่อง การเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2558, น.1) รวมไปถึงความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวดเร็ว มีการประดิษฐ์สิ่งอำนวยความสะดวกสบาย เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ทำให้มีวิทยาการใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย ที่สร้างประโยชน์ให้กับคนในสังคม ในขณะที่เดียวกันในการสร้างสิ่งใหม่นั้นก็เกิดปัญหามากมายที่กระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคม สิ่งแวดล้อมและจริยธรรม เช่น มลพิษทางอากาศ ภาวะเรือนกระจกซึ่งเกิดจากชั้นบรรยากาศ การใช้ระเบิดนิวเคลียร์ การตัดไม้ทำลายป่า และการโคลนนิ่งมนุษย์ เป็นต้น ดังนั้น โรงเรียนควรจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) (นฤมล ยุตาคม, 2542, น.29) ปัจจุบันมีเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่ (New Digital Technologies) ซึ่งเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology หรือ ICT) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) และหุ่นยนต์ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิต การทำงานและการเรียนรู้ของคนในสังคม แต่ละประเทศจำเป็นต้องมีการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของพลเมือง เพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงและเพื่อรองรับต่อความต้องการของตลาดโลก Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2019)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของสิ่งที่เรียนในห้องเรียน เพื่อนำความรู้ที่ได้มานั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม การดำรงชีวิต และเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าต่อไปในอนาคต ควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ภายในห้องเรียน และสามารถใช้ในการเรียนรู้นั้น เชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ทำให้ผู้เรียนมีวิธีการคิด วิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์โดยตรงซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะติดตัวผู้เรียนตลอดไป เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจความสำคัญของวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีต่อสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม (ณพัฑฐอร บัวฉุน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจิ, 2559, น.99)

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ฐานให้กระทรวงศึกษาดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 ซึ่งนำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2560 – 2579 มาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม สภาพแวดล้อมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีการปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคม ศาสนาและวัฒนธรรม ซึ่งวิชาดังกล่าวมีความจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศและเป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำความรู้ในห้องเรียนไปใช้ในชีวิตรประจำวัน รวมไปถึงการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์บูรณาการกับเทคโนโลยีและสังคม โดยการเรียนรู้สิ่งรอบตัวและเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1-2) ในปีพุทธศักราช 2557 กระทรวงศึกษาธิการของประเทศฟินแลนด์ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับใหม่อย่างเป็นทางการ โดยใช้การเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Learning modules: MLs) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะข้ามพิสัย (Transversal Competencies) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาผ่านการทำโครงงาน ผู้เรียนจะได้ศึกษาปรากฏการณ์ตามสภาพจริง (Authentic Phenomena) แบบองค์รวม ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ว่าประเด็นปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับหลายสาขาวิชา ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Zhukov, 2015 อ้างถึงใน พงศธร มหาวิจิตร, 2560, น.40)

นานาประเทศในโลกคำนึงถึงความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันที่คนเป็นต้นทุนหลักในการขับเคลื่อนประเทศ (Human Capital) และตระหนักถึงระบบการจัดการศึกษาแก่เยาวชนในประเทศ เพื่อเตรียมคนในประเทศให้มีความเป็นเลิศทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตัวบ่งชี้ของศักยภาพในการพัฒนาประเทศไม่ใช่วุฒิทางการศึกษาแต่เป็นทักษะที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนกับชีวิตจริง (OECD, 2003 อ้างถึงใน สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญู เศษศรี, และอัมพลิกา ประโมจันย์, 2551, น.1) องค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีการจัดตั้งโครงการประเมินผลนักเรียน

ร่วมกับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ โดยผลการทดสอบสามารถให้ข้อมูลระดับนโยบายว่าระบบการจัดการศึกษาของโรงเรียนภายในแต่ละประเทศสามารถเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนเพื่อการดำรงชีวิต การทำงานและการแข่งขันในอนาคตได้ในระดับใด ซึ่งนักเรียนที่เข้าร่วมประเมินในโครงการนี้เป็นกลุ่มนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โดย การประเมินของ PISA เน้นประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า การรู้เรื่อง (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งทั้งสามด้านนี้คือสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเพื่อพัฒนาศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ก, น.1) โดยการประเมินด้านการรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความสามารถของผู้เรียนในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยอาศัยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการสำคัญ ดังนี้ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) (OECD, 2017, pp.10-13) ซึ่งผลการประเมินความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์แบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์เป็น 7 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1b (ระดับต่ำที่สุด) ระดับ 1a ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 ระดับ 5 และระดับ 6 หรืออาจบอกระดับคุณภาพเป็นกลุ่ม ดังนี้ ระดับ 5 และ 6 จัดอยู่ในกลุ่มระดับสูง ส่วนระดับ 3 และ 4 จัดอยู่ในกลุ่มระดับปานกลาง ระดับ 2 จัดอยู่ในระดับพื้นฐานที่ระบุว่านักเรียนมีความรู้และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตจริงได้ในอนาคต แต่ถ้าต่ำกว่าระดับ 2 ลงไป แสดงว่านักเรียนมีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานและ ไม่สามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น.59-61)

ผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA 2015 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงลำดับที่ 51 – 57 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการประเมินนี้ทั้งหมด 72 ประเทศ ซึ่งคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มากกว่าหนึ่งอันดับ และมีคะแนนวิทยาศาสตร์โดยรวมลดลงจากการเข้าร่วมโครงการ PISA 2012 อย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนลดลง 23 คะแนน ซึ่งในกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์เท่ากับ 567 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับโครงการ PISA 2012 พบว่าคะแนน

เพิ่มมากขึ้น 2 คะแนน ซึ่งสูงกว่าทุกกลุ่มโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสูงกว่าประเทศในระดับ 10 อันดับแรกของโครงการ PISA 2015 (Top 10) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, น.5-8) และผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนไทยประมาณร้อยละ 47 มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับความรู้พื้นฐาน สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนภายในโรงเรียนไม่ได้พัฒนาความรู้พื้นฐานและทักษะการเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนกับชีวิตจริงเท่าที่ควร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ข, น.18) ซึ่งสอดคล้องกับสังคมของพลเมืองไทยส่วนใหญ่ที่ขาดวิจักษณ์ญาณในการเชื่อมโยงประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมกับหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้คนไทยส่วนใหญ่เชื่อข้อมูลที่ได้รับมาทันที โดยไม่มีการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและแหล่งข้อมูล และวัฒนธรรมของคนไทยที่ขาดการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ เป็นผลให้ในโรงเรียนไม่ได้ฝึกให้นักเรียนคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ดังนั้นการเรียนของนักเรียนเน้นเพื่อทดสอบมากกว่าเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ค, น.2-3)

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ รวมถึงเทคโนโลยี เครื่องมือ ของใช้และผลผลิตจากสิ่งต่าง ๆ ที่คนในสังคมใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นและความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีการคิด เช่น การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ การวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น อีกทั้งพัฒนาทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและการมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนในสังคมจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และที่สำคัญสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทางด้านชีววิทยาซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต โดยให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและธรรมชาติซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัวในเชิงลึก และต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม นอกจากนี้การเรียนที่มีจุดเริ่มต้นจากการสังเกตแล้วนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริงหรือการปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปสู่การพัฒนาชิ้นงานหรือนวัตกรรมต่าง ๆ ในอนาคต



ที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในอนาคตได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น.4) ซึ่งสังคมไทยเป็นสังคมเกษตรกรรม อาชีพหลักของคนไทยคือการทำเกษตรที่มีการปลูกผลิตและบริโภคข้าว พืชผักและผลไม้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แต่เกษตรกรรมในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร มีปัญหามากมายโดยเฉพาะการผลิต (Productivity) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำและเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยต่ำ เกิดจากเกษตรกรมีความรู้ไม่เพียงพอในด้านของการผลิตสินค้า ทางด้านการเกษตรที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการขาดข้อมูลเชิงลึกด้านการตลาดในการวางแผนการผลิต (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2561, น.1) เนื่องจากในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เข้ามาจัดการกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกษตรกรในปัจจุบันต้องมีความตื่นตัวที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเองเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, น.5-6) ซึ่งของใช้และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สร้างจากเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการดำรงชีวิต เช่น การผลิตยารักษาโรคจากสมุนไพร การเร่งการสุกของผลไม้ด้วยสารเคมี การตัดต่อพันธุกรรมของพืชและสัตว์โดยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น (กุลธิดา ชนาภิมุข, 2560, น. 2-3) ดังนั้นคนไทยจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงทักษะ การหาข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้ การวิเคราะห์และการอภิปรายข้อมูลที่ได้รับ โดยใช้หลักเหตุและผล เพื่อพิจารณาในแง่ของข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

ในยุคที่โลกเข้าสู่ยุคที่มีการแข่งขันทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมากมาย ซึ่งความรู้ทางด้านชีววิทยาที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตโดยตรงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยสร้างความรู้และความเข้าใจกับคนในสังคม และเป็นพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ทำให้เกิดการพัฒนาคมนในสังคมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในความเป็นจริงพบว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้นอกห้องเรียนได้เท่าที่ควร เนื่องจากผู้สอนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาแต่เพียงบางส่วน โดยเข้าใจว่าเพียงว่าครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางด้วยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้รับมอบหมายงานแล้วลงมือปฏิบัติค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง แต่ผู้สอนขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับ กล่าวคือการสะท้อนผลให้กับผู้เรียนว่าสิ่งที่นำเสนอ นั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเป็น

เพียงการสรุปของผู้สอนเพียงคนเดียว ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการสรุปความรู้ด้วยตนเอง (ณพัฑฐอร บัวฉุน และคณะ, 2559)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามครูในโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน โดยครูท่านที่หนึ่งสอนในรายวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมีประสบการณ์สอนในรายวิชานี้มากกว่า 10 ปี และครูท่านที่สองสอนในรายวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมีประสบการณ์สอนในรายวิชานี้มากกว่า 5 ปี สรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งนี้ ส่วนใหญ่เป็นวิธีการบรรยาย ซึ่งครูผู้สอนทำหน้าที่หลักในการอธิบายเนื้อหาและรายละเอียดที่เน้นเฉพาะส่วนที่ออกข้อสอบ ทำให้บางครั้งนักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยาได้อย่างแท้จริง และไม่สามารถจดจำรายละเอียดของเนื้อหาวิชาชีววิทยาได้ในระยะยาว ด้วยนโยบายของโรงเรียนที่ให้ครูสร้างข้อสอบในรูปแบบการสอบแนว PISA ซึ่งใช้ในการสอบกลางภาคและปลายภาคของนักเรียน พบว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างภาคทฤษฎีของเนื้อหาวิชาชีววิทยาและสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยาได้เท่าที่ควร ผลทดสอบบ่งชี้ว่ามีนักเรียนแค่บางส่วนเท่านั้นที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ดังกล่าวได้ เมื่อผู้วิจัยได้มีส่วนในการจัดกิจกรรมก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา โดยตั้งคำถามว่านักเรียนมีความคาดหวังกับวิชาชีววิทยาอย่างไร นักเรียนจำนวนเกินครึ่งหนึ่งในห้องเรียนตอบในทำนองเดียวกันว่านักเรียนต้องการนำความรู้ทางด้านชีววิทยาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันแต่ไม่มีแนวทางในการนำไปใช้อย่างถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองน้อย ทำให้นักเรียนขาดทักษะการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนได้รับมาด้วยตนเอง เมื่อครูจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างของเนื้อเยื่อพืช (structure of plant tissue) โดยให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างเนื้อเยื่อพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุ เปรียบเทียบ หรือวาดภาพเนื้อเยื่อพืชที่บริเวณส่วนต่าง ๆ ของพืช นักเรียนถามครูผู้สอนทันที โดยไม่วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับด้วยตนเองหรือศึกษาจากแหล่งเรียนรู้อื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงนักเรียนส่วนใหญ่ขาดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังเกตจากการทำปฏิบัติการเตรียมสไลด์สด (wet mount) ของเนื้อเยื่อพืช เมื่อเวลาผ่านไปโครงสร้างของเนื้อเยื่อพืชเปลี่ยนไป นักเรียนสอบถามครูผู้สอนเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นทันที โดยไม่วิเคราะห์หรือระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองและไม่เสาะหาเหตุผลที่ทำให้เกิดสถานการณ์ดังกล่าว เมื่อครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้อีกในเรื่องการลำเลียงน้ำและคายน้ำของพืช

โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองกลไกการทำงานของพืช พบว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถคิดด้วยตนเอง โดยนักเรียนเปิดหาวิธีการทำในอินเทอร์เน็ตทันที และไม่พยายามศึกษากลไกของพืชจากบทเรียน เพื่อสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง แสดงว่าให้เห็นว่านักเรียนขาดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจุดประสงค์ของการจัดตั้งกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์คือ เพื่อพัฒนานักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ให้เป็นผู้ที่มีความเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้น ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีศักยภาพเทียบเคียงกับนานาชาติ รวมไปถึงมีความมุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศและมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งมีชีวิตร่วมโลกและธรรมชาติ ที่สำคัญนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับประเทศชาติและสังคมไทยในอนาคต โดยเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนประเทศให้สามารถแข่งขันได้ในเวทีระดับโลก เปลี่ยนประเทศให้เป็นสังคมผู้ผลิต สร้างสังคมแห่งภูมิปัญญา ความพอเพียงและความเอื้ออาทร (คณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2560, น.9)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรมีวิธีที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ในบริบทที่แตกต่าง โดยเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนจากการบรรยายเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสามารถใช้สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการประกอบการสอนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือทำปฏิบัติจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนและทักษะการใช้เครื่องมือในการสืบเสาะความรู้ด้วยตนเอง (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556, น.55) โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่มีผลกระทบต่อชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ศศิเทพ ปิติพรเทพ, 2558, น.53)

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเสริมความเป็นพลเมืองที่ดีและพัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้า (วรวรรณ พันธุ์ปรีดา, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น, และสุรเดช ศรีธา, 2560, น.35) ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society and Environment

Approach หรือ STSE) เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับบริบทในสังคม รวมไปถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และการรู้วิทยาศาสตร์ (Gresch, Hasselhorn, & Bogenholz, 2015; Zhang, T., Asher, Zhang, M., & Yang, 2017) และ Lua (2013, pp. 1-25) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ได้แก่ สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงนักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษาแนวคิดและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ของ กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) ที่ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ของ Lau (2013) สามารถทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ของรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2.3 เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

### 1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

1.3.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

1.3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับใด

### 1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จะมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.2 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จะมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.3 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในระดับดี

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ห้อง ได้แก่ ห้อง 5/1 ห้อง 5/2 ห้อง 5/3 ห้อง 5/4 ห้อง 5/5 และห้อง 5/6 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 144 คน ที่เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ในปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี

กลุ่มเป้าหมายนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง จังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ของปีการศึกษา 2562 ห้องม.5/5 จำนวนทั้งหมด 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 9 คน และนักเรียนหญิง 15 คน ซึ่งเป็นห้องที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้จัดการเรียนรู้

### 1.5.2 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาของหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

### 1.5.3 ขอบเขตตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

- ตัวแปรตาม คือ
- 1) การรู้วิทยาศาสตร์
  - 2) ผลการเรียนรู้ทางการเรียน
  - 3) เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

### 1.5.4 ขอบเขตที่เกี่ยวกับเวลา

เดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 โดยเก็บข้อมูลวิจัยในปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่วันที่ 18 พฤศจิกายน ถึง 9 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 10 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

### 1.5.5 ขอบเขตและวิธีการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ตามแนวคิดของ Kimmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน (Plan) 2) การปฏิบัติ (Act) 3) การสังเกต (Observe) และ 4) การสะท้อนความคิด (Reflect) โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลภายในห้องเรียนด้วยตนเองที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

### 1.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

**การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society and Environment (STSE) Approach)** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในสังคมและประเด็นปัญหาของสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความรู้ 2) ขั้นการสืบค้น 3) ขั้นการระดมความคิด และ 4) ขั้นการตัดสินใจ

**การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในบทบาทของพลเมืองในสังคม ซึ่งบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยงานวิจัยนี้ศึกษาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ซึ่งวัดผลการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประการ ได้จากแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ

**ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)** หมายถึง ผลของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยผลการเรียนรู้วัดได้จากแบบทดสอบผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

**เจตคติ (Attitudes)** หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก โดยผลเจตคติวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านผู้เรียน และด้านผู้สอน



## 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.8.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี ได้รับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์หลังจากผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติในอนาคตต่อไป

1.8.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี มีผลการเรียนรู้ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอกสูงขึ้นหลังจากผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยเหลือสังคมและสิ่งแวดล้อมไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติในอนาคตต่อไป

1.8.4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกในระดับดีและเห็นถึงความสำคัญของวิชาชีววิทยาเพิ่มมากขึ้น

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรสถานศึกษาของ โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค
- 2.2 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา
- 2.3 เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (Angiosperm Reproduction)
- 2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
- 2.5 การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)
- 2.6 การวิจัยปฏิบัติการ ในชั้นเรียน (Classroom Action Research)
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง จังหวัดปทุมธานี ตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 2.1.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะหรือความสามารถด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร มีความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา สามารถถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสารและประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม

รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ มีความสามารถในการเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะมีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหา และเผชิญปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล หลักคุณธรรมบนข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม สามารถแสวงหาความรู้และประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีทักษะในการดำรงชีวิตทักษะการทำงาน และทักษะในการอยู่ร่วมกันในสังคม ทักษะการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล สามารถจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อม และรู้จักหลีกเลี่ยงการแสดงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่จะส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ทั้งเพื่อการเรียนรู้การสื่อสารการทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

6) ความสามารถในการทำงานเป็นทีม มีความสามารถในการเป็นทั้งผู้นำและผู้ตามที่ดี รู้จักบทบาทและหน้าที่ของตนเอง สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ และสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ได้ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ รู้จักสังเกตคนรอบข้างและเพื่อนร่วมงาน รู้จักใช้จุดดีและจุดแข็งของแต่ละคนให้เป็นประโยชน์ สามารถบริหารความขัดแย้งได้ มีจิตวิทยาในการทำงานร่วมกับคนอื่น

7) ความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษ มีความสามารถใช้ภาษาอังกฤษในการค้นคว้าหาความรู้ การเรียนการประชุมสัมมนา การเจรจาต่อรองและการทำงานร่วมกับชาวต่างชาติได้อย่างคล่องแคล่ว มีประสิทธิภาพสมวัยทั้งด้านการพูดการอ่าน และการเขียน

8) ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสร้างองค์ความรู้ หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างชำนาญและสร้างสรรค์

## 2.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

หลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2560 ได้จัดโครงสร้างให้มีลักษณะที่ยืดหยุ่น มีลักษณะเป็นหลักสูตรรายบุคคล (Customized Curriculum) จัดรายวิชาและกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนได้เลือกตามศักยภาพ ความถนัดและความสนใจ การจัดรายวิชาและกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนผู้มีความรู้สูงด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้เลือกเรียน มีวัตถุประสงค์หลักสำคัญดังนี้

- 1) เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง
- 2) เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพในด้านที่ตนเองสนใจ
- 3) เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลาย เห็นคุณค่าและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ
- 4) เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความหลากหลาย เห็นคุณค่า และเห็นความสำคัญของการวิจัย ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ปัจจุบันประเทศไทยยังมีผู้ประกอบอาชีพทางด้านนี้น้อย มาก จนทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากต่างชาติเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของประเทศไทยมีมูลค่าต่ำเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ประเทศไทยต้องสั่งเข้ามาใช้จากต่างชาติ ผลที่ตามมาคือประเทศชาติยากจนคนไทยจำนวนมากยังมีคุณภาพชีวิตที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

โครงสร้างของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วย

- 1) สาระการเรียนรู้พื้นฐาน  
รายวิชาพื้นฐานเป็นรายวิชาที่ให้ความรู้ทั่วไป ทักษะที่ใช้ในการเรียนรู้และทักษะจำเป็นในการดำรงชีวิตและการอยู่ในสังคม รวมทั้งพื้นฐานทางการงานอาชีพและเทคโนโลยีที่เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาหาความรู้ต่อไป

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐาน ครูผู้สอนต้องพิจารณาศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็น รายบุคคลด้วย หากนักเรียนคนใดมีศักยภาพและอัตราการเรียนรู้ที่สูงกว่านักเรียนทั่ว ๆ ไป ให้เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะเพิ่มเติมรายละเอียดและความลึกซึ้งของเนื้อหาเพิ่มเติมกิจกรรมเพื่อพัฒนา กระบวนการคิดและการฝึกทักษะต่าง ๆ ของสาระการเรียนรู้พื้นฐานนั้น ๆ ได้ตามความเหมาะสม อาจมีการส่งเสริมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย มีการมอบหมายงาน สื่อหรือเอกสารให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเอง โดยครูทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนหน่วยกิตของสาระการเรียนรู้พื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

กลุ่มสาระการเรียนรู้	จำนวนรายวิชา	จำนวนหน่วยกิต
1. ภาษาไทย	6	6.0
2. คณิตศาสตร์	4	6.5
3. วิทยาศาสตร์	7	7.5
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	8	6.5
5. สุขศึกษาและพลศึกษา	6	3.0
6. ศิลปะ	6	3.0
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี	1	1.0
8. ภาษาต่างประเทศ	3	6.0

ที่มา: คณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2560, น. 13

2) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 1 และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2

2.1) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 1

รายวิชาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 1 เป็นรายวิชาบังคับประกอบด้วย รายวิชาต่าง ๆ ที่ออกแบบและจัดให้สอดคล้องกับการเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะด้าน นักเรียนทุกคนต้องเรียนรายวิชาเพิ่มเติมกลุ่ม 1 หรือรายวิชาบังคับจำนวน 45 หน่วยกิต แยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

2.2 ) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2

รายวิชาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่ม 2 เป็นรายวิชาเพิ่มเติมที่จัดให้นักเรียนได้เลือกเรียนตาม ความรัก ความถนัด และ ความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ นักเรียน ต้องเลือกเรียนรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่ม 2 ไม่น้อยกว่า 4 หน่วยกิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้	รายวิชาพื้นฐาน	รายวิชาเพิ่มเติม	
		กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
1. ภาษาไทย	6.0	-	เลือกลงทะเบียนเรียนไม่น้อยกว่า 4.0 หน่วยกิต จากรายวิชาเลือกของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงรายวิชาการศึกษา (AP) ตามศักยภาพ ความถนัด และความสนใจ
2. คณิตศาสตร์	6.5	5.5	
3. วิทยาศาสตร์	7.5	22.5	
- ฟิสิกส์	1.5	6.5	
- เคมี	1.5	5.5	
- ชีววิทยา	1.5	5.5	
- ดาราศาสตร์	0.5	-	
- โลกศาสตร์และภูมิศาสตร์	1.5	-	
- สัมมนาทางวิทยาศาสตร์	-	1.0	
- การสืบเสาะและธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์	1.0	-	
- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	-	2.0	
- โครงการวิทยาศาสตร์	-	2.0	
4. สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม	6.5	5.5	
- สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม	6.0	-	
- มนุษย์และสิ่งแวดล้อม (+ภัยพิบัติ)	0.5	-	
- การบูรณาการความรู้	-	2.0	
- ทักษะชีวิต**	-	1.5	
- หน้าที่พลเมือง (คสช.)**	-	2.0	
5. สุขศึกษาและพลศึกษา	3.0	-	
6. ศิลปะ	3.0	-	
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี	1.0	4.0	
- คอมพิวเตอร์	1.0	3.0	
- การออกแบบและพื้นฐานทางวิศวกรรม	-	1.0	
8. ภาษต่างประเทศ	6.0	7.5	
- ภาษาอังกฤษ	6.0	6.0	
- ภาษต่างประเทศที่ 2 (เลือก 1 ภาษา )	-	1.5	
<b>รวม</b>	<b>39.5</b>	<b>45.0</b>	<b>ไม่น้อยกว่า 4.0</b>
			<b>ไม่น้อยกว่า 88.5</b>

รูปที่ 2.1 แสดงการสรุปจำนวนหน่วยกิตรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติม  
ที่มา: คณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค, 2560, น. 16

## 2.2 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

1.1.1 ทดลองใช้กล้องจุลทรรศน์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาทดลอง

1.1.2 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

1.1.3 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

1.1.4 สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุและอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.1.5 อธิบายกลไกเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

1.2.1 อธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การค้นพบสารพันธุกรรม การถ่ายทอด สาร พันธุกรรม วิวัฒนาการ

1.2.2 อธิบายกระบวนการการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการ เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2.3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.2.4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม

1.2.5 อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อ ความ หลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

2.1.1 อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ

2.1.2 อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

2.1.3 อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการ ดูแลและ รักษา

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

#### ตัวชี้วัด

2.2.1 วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศและระดับโลก

2.2.2 อภิปรายแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

2.2.3 วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### ตัวชี้วัด

8.1.1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้น ในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

8.1.2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบหรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

8.1.3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

8.1.4 เลือกว่าวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

8.1.5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล



8.1.6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

8.1.7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8.1.8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

8.1.9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

8.1.10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

8.1.11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

8.1.12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระที่ 9 เพิ่มเติม

มาตรฐาน ว 9.4 เข้าใจธรรมชาติการเจริญเติบโตและพัฒนาการของมนุษย์  
ตัวชี้วัด

9.4.1 อธิบายกระบวนการสร้างเสริมและดำรงประสิทธิภาพการทำงานของระบบอวัยวะ

9.4.2 วางแผนดูแลสุขภาพตามภาวะการเจริญเติบโตและพัฒนาการของตนเองและบุคคลในครอบครัว

## 2.3 เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (Angiosperm Reproduction)

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก (Angiosperm Reproduction) ประกอบด้วยหัวข้อย่อย 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก

2) กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก 3) ผลและชนิดของผล 4) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช และ5) เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด จำนวน 5 แผ่น 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที (สุนิสา คงคล้าย และปัทมา กรรณิการ์, 2562) ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (Angiosperm Reproduction)

เนื้อหาสาระ	เวลา (คาบ)
1. โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก	3
2. กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก	3
3. ผลและชนิดของผล	1
4. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช	1
5. เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	2
รวม	10

## 2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

### 2.4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

นักวิชาการทางการศึกษามากมายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

Solomon and Aikenhead (1994) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม หรือ STSE เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจและการเมือง ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมปัจจุบัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้รับรู้และตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

Robert (2007, p.387) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนแนวคิดของตนเองโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้สอนนำบริบทหรือสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

Gresh et al. (2015, p.96) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับปัญหาในสังคมหรือประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของคนในสังคม รวมไปถึงการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับปัญหาทางสังคม

สุริยชาติ นิกรักษ์, อัญชลี สิริกุลขจร, และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2559, น.6) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับสภาพแวดล้อมทางสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรม เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมและสามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้

กุลธิดา ชนาภิมุข (2560, น.38-39) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยใช้บริบททางหรือประเด็นปัญหาทางสังคมที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการและความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

พัชรินทร์ บัวสิน (2561, น.24) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กับบริบทของเทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปบูรณาการกับศาสตร์อื่นได้โดยเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง นำไปสู่การสร้างแนวคิด กระบวนการและวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม กล่าวโดยสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้บริบทและประเด็นปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมในการ จัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้เรียนออกแบบการสืบเสาะความรู้ด้วยตนเอง ประเมินและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ รวมไปถึงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่ ประชากรในสังคมสามารถทำความเข้าใจได้ และสร้างความตระหนักในเรื่องของผลกระทบจาก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อการดำรงชีวิตในสังคมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

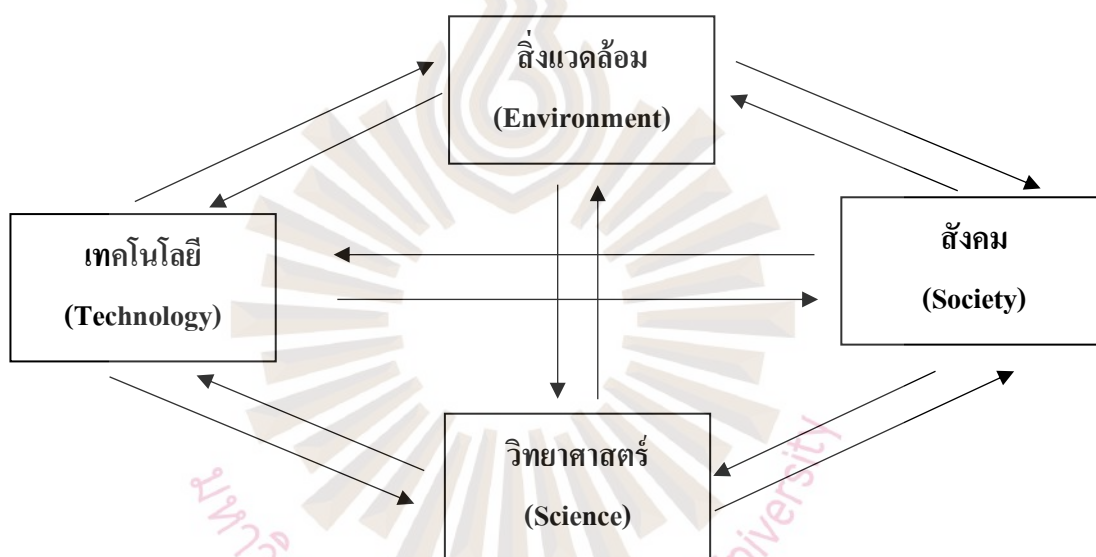
#### 2.4.2 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society and Environment Approach) หรือ STSE Approach เป็นการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้บริบทหรือสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันในการจัดการเรียนรู้และผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม ปลายเปิด การจัดกิจกรรมกลุ่มย่อย การอภิปรายในห้องเรียน การระดมสมองคิดแก้ปัญหา การจำลอง สถานการณ์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และการวิพากษ์วิจารณ์ เป็นต้น (Aikenhead, 2003) ซึ่งทำให้ ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของ 4 องค์ประกอบ ได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม แสดงดังรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันซึ่งประกอบด้วย ความสัมพันธ์ 2 แบบ ได้แก่

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมในเชิงบวก
  - 1.1) การรักษาทางการแพทย์และการคัดลอกกรรม เช่น การผ่าตัดหัวใจ การรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ เป็นต้น
  - 1.2) เครื่องมือสื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ระบบอินเทอร์เน็ตที่สามารถแสดงแนวคิดและมุมมองทางด้านวัฒนธรรม เป็นต้น
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมในเชิงลบ
  - 2.1) การรักษาทางการแพทย์ เช่น ยาที่ไม่ผ่านการทดสอบอย่างสมบูรณ์ การกินอาหารที่ไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ การผลิตอาหารที่ไม่ถูกต้องตามหลักการแพทย์
  - 2.2) มลพิษ เช่น มลพิษทางอากาศจากรถยนต์และโรงงาน สารพิษจาก โรงงานอุตสาหกรรม การผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หมอกและควันสารพิษจากกิจกรรมทหาร

2.3) สิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อสร้างบ้านเรือนและทำฟาร์ม การฆ่าสัตว์เพื่อบริโภค

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี มีการสร้างนวัตกรรมใหม่เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสังคม โดยสร้างความสะดวกสบายให้กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ อีกทั้งช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้เรียนต้องทำความเข้าใจความเกี่ยวข้องกันของทั้ง 4 องค์ประกอบนี้ เพื่อช่วยให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Bencze, 2012) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Bencze, 2012

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำประเด็นและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมและสิ่งแวดล้อมมาเชื่อมโยงกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวคือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยการสร้างสรรค์สิ่งใหม่และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

### 2.4.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี บริบทของสังคมและประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน มีนักการศึกษาหลายท่านเสนอรูปแบบและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้มากมาย ดังต่อไปนี้

1) Richardson and Blades (2001) เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาหาข้อมูล ครูให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน เพื่อใช้สถานการณ์ดังกล่าวในการศึกษา โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเพื่อสืบค้นข้อมูลเกี่ยวข้องโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เคยศึกษาและใช้เทคโนโลยีในการสร้างแผนผังความคิด เขียนกราฟ เพื่อประกอบและแสดงผลการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 2 อภิปรายหาสาเหตุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ในบริบททางการเมือง การปกครอง สังคมและเศรษฐกิจ โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของสถานการณ์นี้และตรวจสอบความจริงผ่านการสืบค้น การสำรวจ การตัดสินใจ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลของภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการตัดสินใจจากแหล่งข้อมูลหลากหลายและนำเสนอ นักเรียนนำเสนอข้อมูลเป็นบทความสั้น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปกครอง สังคม วิทยาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ ที่นำไปสู่การตัดสินใจ โดยนำเสนอในระดับชั้นเรียน ระดับโรงเรียน หรือระดับสังคมต่อไป

ขั้นที่ 3 พิจารณาผลกระทบของประเด็นหรือสถานการณ์ที่ศึกษา ครูให้นักเรียนพิจารณาผลกระทบทั้งทางเชิงบวกและทางเชิงลบของสถานการณ์ ต่อมาให้นักเรียนเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของสถานการณ์อื่น ๆ ในภาพรวม เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในสังคม โดยมีการนำเสนอด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การใช้โปรแกรม Power Point การใช้สื่อวีดิทัศน์และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนและมีความสนใจในสิ่งที่กำลังปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการ นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การได้วาที การอภิปราย การนำเสนอในที่ประชุมทางด้านวิชาการ การเผยแพร่ผ่านทางวารสารออกอากาศสู่สาธารณะชน การเขียนจดหมายถึงบรรณาธิการของวารสารต่าง ๆ การพูดคุยกันในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผลหลักสูตรปฏิบัติการ นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับความซับซ้อนของประเด็นที่ศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บทความ แผนผังความคิด การแสดงละครสั้น เป็นต้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงถึงการเป็นพลเมืองที่ดีของสังคมและสะท้อนความต้องการต่อการสนับสนุนของพื้นที่ที่ผู้เรียนสำรวจ โดยนักเรียนได้ประสบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสถานการณ์นั้น ๆ โดยตรง

2) Lua (2013) เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ครูผู้สอนสร้างความสนใจโดยนำประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมาให้นักเรียนสนใจกับสิ่งที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ค้นคว้าข้อมูล ครูผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันในชั้นเรียน ต่อมาให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 ระดมความคิด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดงความคิดเห็น อภิปรายหาข้อสรุปเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมของกลุ่มนักเรียนเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด

3) ฉวีวิทย์ พจนตันติ (2548) ได้เสนอรูปแบบ Q PER SEA Learning Model ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งคำถาม (Questioning) ขั้นการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนและให้ผู้เรียนตั้งคำถามที่สนใจศึกษาจากสถานการณ์ ประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ต้องการเรียนรู้ การตรวจสอบความรู้เดิมใช้ได้หลายวิธี เช่น การทำแบบทดสอบและการอภิปรายร่วมกัน สำหรับสถานการณ์ที่จัดไว้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การสังเกตสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนหรือในชุมชน การดูวิดีโอ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เกิดคำถามและอยากค้นหาคำตอบ เมื่อผู้เรียนร่วมกันระดมตั้งคำถามโดยการบันทึกทุกคำถามแล้วจัดกลุ่มประเภทของคำถามและให้ผู้เรียนรายกลุ่มหรือรายบุคคลเลือกคำถามที่สนใจเพื่อค้นหาคำความรู้

ขั้นที่ 2 วางแผนค้นหาคำตอบ (Planning) ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มหรือทำเป็นรายบุคคลเพื่อวางแผนการสืบค้นหาคำตอบ โดยระบุแหล่งที่เรียนวิธีการบันทึกหรือเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำเสนอคำถามที่สนใจ วิธีการค้นหาคำตอบและแหล่งเรียนรู้ต่อชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและปรับแผนการศึกษาให้เหมาะสม ออกแบบและจัดทำเครื่องมือบันทึกหรือเก็บรวบรวม

ข้อมูล ทำหนังสือเพื่อติดต่อและขออนุญาตจากแหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการสืบค้นหาความรู้ โดยครูกอยให้คำปรึกษาข้อเสนอ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และประเมินการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ (Exploring) ครูให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการและแผนการที่เตรียมไว้แล้วสรุปความรู้ที่ได้จากการหาคำตอบ โดยครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ จัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินการตามแผนงานที่กำหนดหรือปรับเปลี่ยนการดำเนินงานตามข้อค้นพบใหม่และประเมินการปฏิบัติงานในการค้นหาคำตอบของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด (Reflecting) ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้กับทฤษฎีและหลักการจากเอกสาร แหล่งเรียนรู้ที่ครูและผู้เรียนจัดเตรียมมาเพื่อขยายความคิดและสรุปข้อค้นพบให้ชัดเจนและเตรียมการนำเสนอข้อสรุปและสิ่งที่ได้จากการค้นหาคำตอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้และให้คำแนะนำ รวมทั้งการประเมินวิเคราะห์ข้อค้นพบเชื่อมโยงความคิดและอำนวยความสะดวก การเตรียมการเพื่อนำเสนอข้อค้นพบของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Sharing) ครูให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุปและสิ่งที่ได้จากการค้นหาคำตอบแก่เพื่อน ๆ โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนหรือการจัดนิทรรศการ ผู้เรียนถามปัญหาข้อสงสัยกับผู้นำเสนอและอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยครูกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์การทำงานและข้อค้นพบ รวมทั้งประเมินการนำเสนอให้ข้อมูลย้อนกลับและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อน

ขั้นที่ 6 ขยายขอบเขตความรู้และความคิด (Extending) จากข้อสรุปความรู้ ปัญหา และข้อสงสัยที่เกิดขึ้น ครูจัดกิจกรรมเสริมทั้งการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษาจากเอกสาร ใบความรู้และการอภิปรายร่วมกัน เพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้และเชื่อมโยงความรู้และความคิด โดยครูกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหาความรู้ตามความสนใจ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย อำนวยความสะดวกในการสืบค้นหาความรู้เชื่อมโยงความคิดและการสร้างข้อสรุปจากการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 นำไปปฏิบัติ (Acting) ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ปฏิบัติจริงหรือในสถานการณ์จำลอง มีการนำเสนอหรือจัดแสดงเพื่อเผยแพร่ผลงาน โดยครูเป็นที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งวางแผนติดตามการปฏิบัติประเมินการปฏิบัติและให้ข้อมูลย้อนกลับ

4) สิริรัตน์ เทียงดี และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2555) ได้เสนอแนวทางการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมและตระหนักถึงประเด็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 แสดงความคิดเห็นและเรียนรู้ระบบการคิด ครูตั้งคำถามให้กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา ต่อมาให้นักเรียนระดมความคิดและอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์ที่เลือกมา

ขั้นที่ 3 ค้นหาความรู้ นักเรียนศึกษาหาความรู้ โดยครูจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้สืบค้นหาและความรู้ที่ได้ศึกษามาทบทวนแนวทางแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องตัดสินใจว่าแนวทางใดที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

ขั้นที่ 5 กระบวนการทางสังคม ครูให้นักเรียนทบทวนแนวคิดของตนเอง โดยให้นักเรียนนำเสนอ หรือลงมือปฏิบัติจริงตามที่ออกแบบไว้ แล้วตรวจสอบความคิดเห็นของตนเอง โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

5) มณีรัตน์ แทนพรมมา และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2558) ได้เสนอแนวคิดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ครูมีหน้าที่กระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน โดยให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ระบุศักยภาพในการหาคำตอบ ครูให้นักเรียนตรวจสอบศักยภาพของตนเองในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ นักเรียนร่วมกันค้นหาคำตอบของปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ ซึ่งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนหาข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สร้างองค์ความรู้ นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจ นักเรียนใช้ความรู้ทั้งหมดที่เรียนมาหรือที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา ทบทวนแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ โดยนักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกแนวทางในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 แลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนทบทวนแนวคิดการวิเคราะห์และการตัดสินใจของตนเอง โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียน

ขั้นที่ 7 กระบวนการทางสังคม นักเรียนได้เสนอแนวคิดที่จะแก้ปัญหาหรือตอบคำถามการตัดสินใจ ซึ่งครูอาจจะให้นักเรียนจัดนิทรรศการ ทำโครงการ หรือเผยแพร่สู่สาธารณชน เช่น โบปลิว เว็บไซต์ เป็นต้น

6) กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) ได้เสนอแนวคิดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูนำประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนด เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า ครูให้นักเรียนออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นสืบค้นข้อมูลและรวบรวมสิ่งที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ต่อมาจัดทำการนำเสนอข้อมูลของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ นักเรียนนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหากลุ่มนักเรียน และให้ตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียนตนเอง

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเรียนรู้	Richardson & Blades, 2001	Lua, 2013	ณัฐวิทย์ พจนตันติ, 2548	ศิริรัตน์ เทียงดี และ สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2555	มนิรัตน์ แทนพรมมา และ สกนรัชชัย ชะนูนันท์, 2558	กฤติดา ชนากิมุข, 2560
1. การเลือกใช้สถานการณ์หรือประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและสิ่งแวดล้อม ในการสร้างความสนใจให้นักเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. การวิเคราะห์ปัญหาของสถานการณ์หรือประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมและสิ่งแวดล้อม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. การออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. การนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของห้องเรียน		✓				✓

จากการศึกษาข้างต้นเกี่ยวกับรูปแบบและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้บริบทและสถานการณ์ของสังคมและปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนประสบในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนนำปัญหาที่สนใจมาสำรวจและตรวจสอบโดยใช้ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนักเรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ของตนเองกับผู้อื่นและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดของห้องเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ตามแนวคิดของ Lua (2013) และกุลธิดา ชนาภิมุข (2560) เพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ โรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ ครูผู้สอนนำปัญหาในสังคมหรือประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตในสังคมหรือสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนเข้าใจและตระหนักถึงผลกระทบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการค้นคว้า นักเรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต่อมานักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น เอกสารประกอบการเรียน หนังสือ วารสารทางวิชาการ งานวิจัย รวมไปถึงอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อให้ได้คำตอบของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอธิบาย อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่น เพื่อช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและสมเหตุสมผลที่สุด จากนั้นให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ที่เข้าใจได้ง่าย เช่น แผนผัง มโนทัศน์ แผนผังความคิด แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ นักเรียนนำเสนอแนวทางแก้ปัญหากลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน

## 2.5 การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy)

### 2.5.1 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

ความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานและส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและในสังคมวัฒนธรรมของทุกชีวิต ทำให้บุคคลสามารถรับรู้ และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก อย่างเต็มภาคภูมิ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้

นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ก)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเตรียมประชาชนให้มีการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อ การใช้ชีวิตในโลกยุคใหม่ ดังที่การพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (NSES) ของประเทศ สหรัฐอเมริกา โดย National Research Council (2007) ซึ่งได้กล่าวถึงสิ่งสำคัญที่ต้องบรรจุวิทยาศาสตร์เป็น การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกคน เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นต่อทุกคน ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

- 1) วิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งของวัฒนธรรมมนุษย์และเป็นสิ่งที่แสดงถึงศักยภาพของการ คิดของมนุษย์
- 2) วิทยาศาสตร์จัดเป็นการปฏิบัติการที่เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไปต่อการพัฒนาทางด้านภาษา ตรรกะและทักษะการแก้ปัญหาในห้องเรียน
- 3) ประชาธิปไตยหรือความเสมอภาคทางสังคมต้องการประชาชนที่สามารถตัดสินใจในระดับ บุคคลและระดับสังคมในประเด็นที่ต้องอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และประชาชนต้องอาศัยความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจด้วย
- 4) สำหรับผู้เรียนวิทยาศาสตร์จะกลายเป็นทั้งวิชาชีพและไม่เป็นวิชาชีพตลอดชีวิต
- 5) ประเทศชาติอาศัยความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประชาชนเพื่อการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจและความจำเป็นของประเทศ

## 2.5.2 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

American Association for the Advance of science หรือ AAAS (1990 อ้างถึงใน มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ, 2557, น.12) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า บุคคลที่ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตว่ามีความแตกต่าง

และความเหมือนทั้งความหลากหลายและความคล้ายคลึง และใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อบอกจุดประสงค์ของตนเองและสังคม

OECD (2017) ได้นิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ กับประเด็นทางสังคมและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์สามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจะต้องมีสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ (2557) กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ ความเข้าใจ ในแนวคิดหลักการพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความตระหนักถึงความสำคัญในการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นวิทยาศาสตร์ และสื่อสารกับผู้อื่นได้

นันทวัน นันทวนิช (2557) กล่าวว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลที่เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง

กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ กับประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560ก) กล่าวว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้เสนอและ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในบทบาทของพลเมืองในสังคม ซึ่งบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยงานวิจัยนี้จะเน้นการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.5.3 กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

องค์กร OECD ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2015 โดยกำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

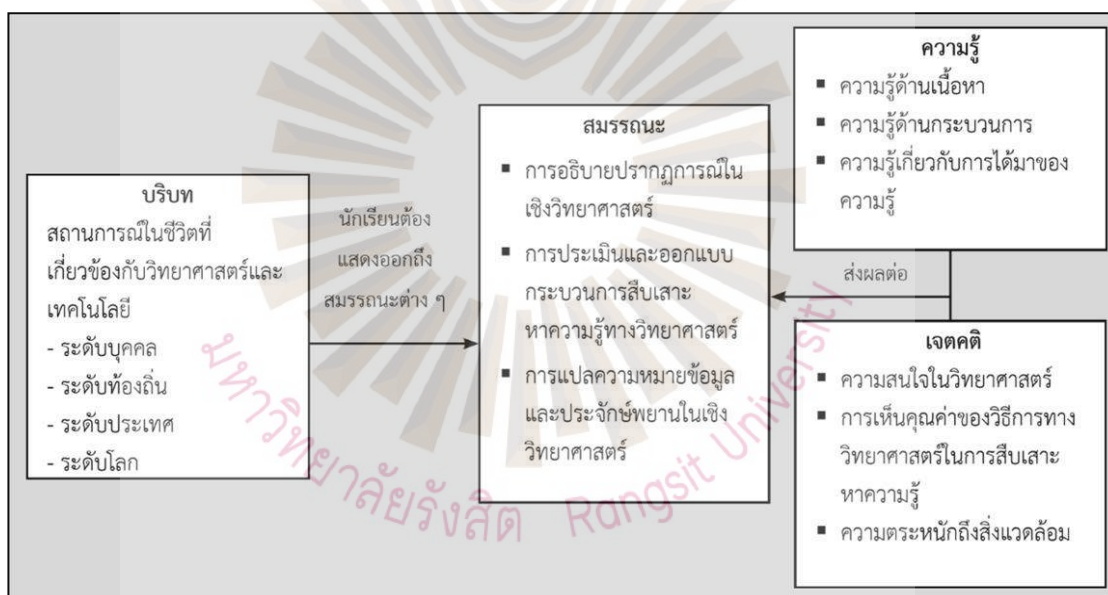
1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับส่วนตัว ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่ เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่อง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และ ทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของ โลกและ สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิด ต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้ เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รับรู้ และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลาย ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ทั้งถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะ เพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ ความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ ดังแสดงความสัมพันธ์ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ที่มา: นันทวัน นันทวนิช, 2557



#### 2.5.4 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

จากกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานั้น PISA 2015 ได้แบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 7 ระดับ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015

ระดับ	สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
6	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ซึ่งจะต้องใช้หลักความคิดขั้นสูง นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนในสถานการณ์ที่หลากหลายและให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างเป็นระบบอย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และควบคุมตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้ หรือการออกแบบการทดลองใด ๆ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง แปลความหมายของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแสดงความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ที่ระดับที่ 6 นี้ นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดขั้นสูงอย่างต่อเนื่องและการให้เหตุผลที่ต้องใช้รูปแบบและแนวคิด และการใช้เหตุผลดังกล่าวในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อน โดยสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่วิจารณ์และประเมินคำอธิบาย รูปแบบ การตีความจากข้อมูล และการนำเสนอการออกแบบการทดลองที่เกี่ยวกับบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และ โลก</p>

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
5	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางกรณี โดยนักเรียนไม่ใช่องค์ความรู้ระดับสูงทุกสถานการณ์ นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนในสถานการณ์ที่หลากหลาย และให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างเหมาะสมนักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และควบคุมตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้ หรือการออกแบบการทดลองใด ๆ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง แปลความหมายข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแสดงความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อกล่าวหาทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ที่ระดับที่ 5 นี้ นักเรียนแสดงหลักฐานความคิดทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและการคิดเชิงนามธรรม และใช้เหตุผลในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย และมีความซับซ้อน โดยสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่วิจารณ์และประเมินคำอธิบาย รูปแบบ การตีความข้อมูล และนำเสนอการออกแบบการทดลองในบางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่นและโลก</p>
4	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้้องค์ความรู้ระดับปานกลาง นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันในสถานการณ์ที่หลากหลายและให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้น นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และควบคุมตัวแปรในบางตัวแปร แต่ไม่ใช่ทั้งหมดของ</p>

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
4 (ต่อ)	<p>การสืบเสาะหาความรู้หรือการออกแบบการทดลองของตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและแปลความหมายของข้อมูล และมีความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับความเชื่อมั่นที่จัดขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ที่ระดับที่ 4 นักเรียนแสดงหลักฐานของความเชื่อมโยงระหว่างการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผล และสามารถประยุกต์ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ นักเรียนสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่ง่ายไปสู่การตั้งคำถามและวิเคราะห์คำอธิบายรูปแบบการตีความข้อมูลและนำเสนอการออกแบบการทดลองในบางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>
3	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้และการแปลความหมายของข้อมูลของสถานการณ์ในชีวิตสิ่งที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับปานกลางมากที่สุด นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและแปลความหมายของข้อมูลในบริบทหลากหลาย และแสดงความคิดเห็นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างนั้นอย่างง่ายได้ นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างบางประการที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และควบคุมบางตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้ในการออกแบบการทดลองด้วยตนเองได้ นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง และแปลความหมายข้อมูลอย่างง่าย และสามารถแสดงความคิดเห็นบนความเชื่อมั่นของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ที่ระดับที่ 3 นี้ นักเรียนแสดงหลักฐานบางอย่างของความเชื่อมโยงระหว่างการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล ซึ่งมักใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคย สามารถพัฒนาข้อโต้แย้งบางส่วนที่นำไปสู่การตั้งคำถามและการวิเคราะห์คำอธิบาย รูปแบบ การตีความข้อมูลและการนำเสนอการออกแบบการศึกษาในทางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
2	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคยที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับต่ำ นักเรียนสามารถหาข้อสรุปอย่างง่ายจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในบางสถานการณ์ และสามารถให้คำอธิบายอย่างง่ายเกี่ยวกับความสัมพันธ์เหล่านั้น นักเรียนสามารถจำแนกบางคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และจำแนกความแตกต่างระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับ หรือการออกแบบการทดลองอย่างง่ายด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแบ่งข้อมูลจากรูปแบบหนึ่ง ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและอธิบายข้อมูลนั้นอย่างง่าย รวมถึงไปถึงระบุข้อผิดพลาดอย่างตรงไปตรงมาและแสดงความคิดเห็นบางส่วนที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งบางส่วนที่นำไปสู่การตั้งคำถามและแสดงความคิดเห็นบนคุณสมบัติของการอธิบายที่แปลความหมายของข้อมูลและนำเสนอการออกแบบทดลองในบางบริบทระดับบุคคล ท้องถิ่น และ โลก</p>
1a	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้และการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการศึกษาหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลได้เล็กน้อยในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคย ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับระดับต่ำ นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอย่างง่ายในบริบท และสามารถอธิบายบางความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างง่าย สามารถจำแนกบางคำถามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และระบุตัวแปรตามในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับหรือการออกแบบการทดลองด้วยตนเองอย่างง่าย แปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและอธิบายข้อมูลนั้นอย่างง่ายและใช้ข้อมูลในสถานการณ์ที่คุ้นเคยได้เล็กน้อย คุณสมบัติของการอธิบายที่ดี การแปลความหมายของข้อมูล และการนำเสนอการออกแบบการทดลองในบริบทที่คุ้นเคยมากในระดับบุคคล ท้องถิ่น และ โลก</p>

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015 (ต่อ)

ระดับ	สมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์
1b	<p>นักเรียนแสดงหลักฐานที่ใช้ในเนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้เพื่อให้คำอธิบาย ประเมิน และออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลได้เล็กน้อยในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคย ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับต่ำ นักเรียนสามารถระบุรูปแบบอย่างตรงไปตรงมาจากแหล่งข้อมูลอย่างง่ายในบริบทที่คุ้นเคยมาก และพยายามให้การอธิบายความสัมพันธ์อย่างง่ายนักเรียนสามารถระบุตัวแปรอิสระในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับหรือการออกแบบการทดลองบางส่วนด้วยตนเองอย่างง่าย นักเรียนพยายามแปลงข้อมูลและอธิบายข้อมูลอย่างง่าย และนำไปใช้โดยตรงกับไม่กี่สถานการณ์ที่คุ้นเคย</p>

ที่มา: กุลธิดา ชนาภิมุข, 2560, น.32-35; OECD, 2016, pp.44-45



## 2.6 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

### 2.6.1 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

Kemmis (1988 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2555, น.16-17) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยคือ ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้น และสิ่งที่ต้องทำวิจัย (Object) คือ แนวทางการปฏิบัติทางการศึกษา (Educational Practice) การวิจัยปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ โดยการวิจัยจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงงานให้ดีขึ้น รวมไปถึงการเข้าใจความหมายและการตีความสิ่งที่เกิดขึ้นและสิ่งที่ค้นพบใหม่

Skerritt (1991 อ้างถึงใน จิระวรรณ เกษสิงห์, 2562) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของกลุ่มครูที่ปฏิบัติงานในโรงเรียนและทำการสะท้อนความคิดและประเมินการปฏิบัติงานของตนเองร่วมกัน มีการแก้ไขปัญหาและพัฒนาวิชาชีพ และนำเสนอผลการวิจัยของตนเองไปสู่สาธารณะ

Smith and Lytle (1992 อ้างถึงใน จิระวรรณ เกษสิงห์, 2562) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนคือการสืบเสาะหาความรู้ที่มีระบบและมีการวางแผนล่วงหน้า โดยครูเป็นผู้ดำเนินการเพื่อศึกษาการสอนของตนเอง ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการสอนและการทำงานในโรงเรียน โดยผ่านการทำงานร่วมกันของกลุ่มครู

สุวิมล ว่องวานิช (2555, น.21) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียน ได้มีโอกาสวิพากษ์อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นงานวิจัยที่ครูนักวิจัยทำวิจัยด้วยตนเอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาในชั้นเรียนหรือโรงเรียนของตนเอง ผู้ทำวิจัยและผู้ใช้ผลการวิจัยคือคนคนเดียวกัน โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเน้นเชื่อมโยงงานครู 3 ด้านเข้าด้วยกัน คือ งานสอน งานวิจัย และงานปรับปรุงพัฒนางาน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2560, น.96) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยประเภทปฏิบัติการ (Action Research) คือ การวิจัยมีเป้าหมายเพื่อนำผลไปใช้ปฏิบัติงานจริง เพราะเป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ทำการวิจัยด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จึงเรียกว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research: CAR)

บุญชুম ศรีสะอาด (2560, น.180) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในหน้าที่ ไม่ว่าจะเป็นวงการวิชาชีพใด ๆ งานวิจัยประเภทนี้ได้รับความนิยมนมาก เนื่องจากผู้ปฏิบัติหน้าที่และผู้ร่วมงานทำวิจัยด้วยตนเอง ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุดและเป็นประโยชน์สูงสุด ซึ่งในกรณีที่ผู้วิจัยเป็นครูหรือผู้สอนของนักเรียนเพื่อแก้ไขปัญหาพฤติกรรมของผู้เรียน ปัญหาการเรียนของผู้เรียนและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ เรียกว่า วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research: CAR)

จิระวรรณ เกษสิงห์ (2562, น.11-12) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนคือ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่ดำเนิน โดยครูที่ต้องการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานหรือการสอนของตนเองให้ดีขึ้น เข้าใจในงานที่ทำมากขึ้น โดยครูนักวิจัยเรียนรู้ที่จะพัฒนาการสอนของตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการสอนร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นหลักการสำคัญสำหรับการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนคือ การวินิจฉัยและการแก้ไขปัญหาในการทำงาน การสะท้อนความคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของครูนักวิจัย

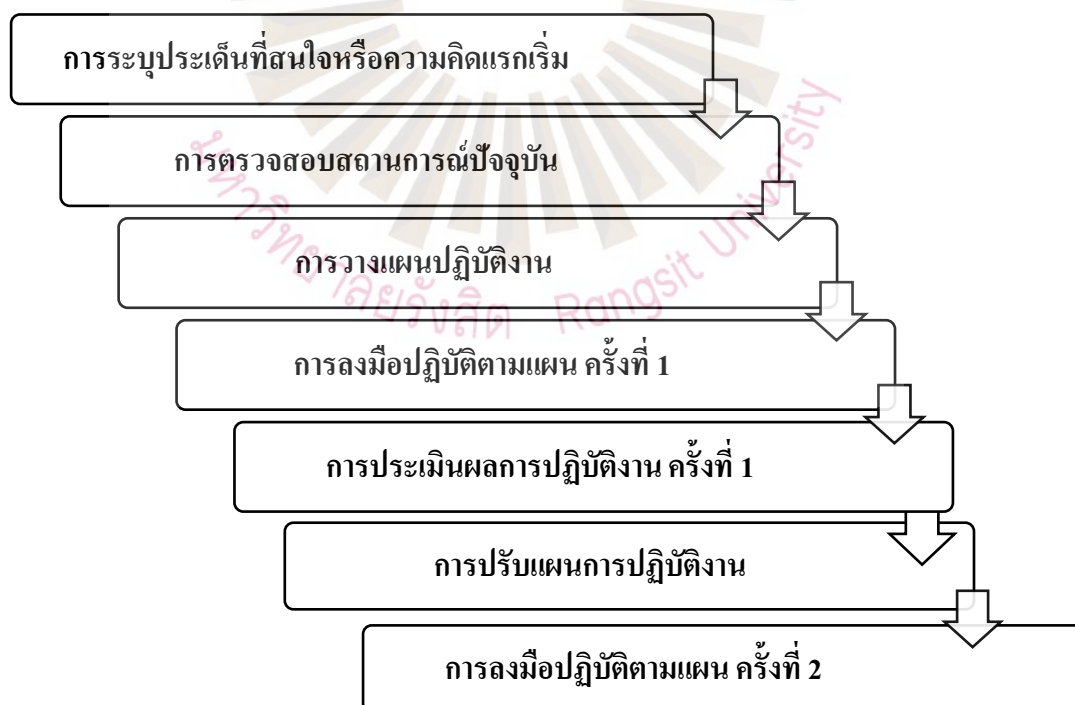
จากการศึกษาการให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการวิจัยปฏิบัติการ คือ การทำวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กร รวมไปถึงการพัฒนาศักยภาพของผู้ทำหน้าที่ เมื่อครูนำมาใช้ในชั้นเรียนเพื่อสืบเสาะหาวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน เป็นต้น นำไปสู่การพัฒนาการ

สอนภายในห้องเรียนนั้น โดยครูทำวิจัยด้วยตนเอง เรียกว่า วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

### 2.6.3 วิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

วิธีการดำเนินการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดการดำเนินการ โดยมีวิธีการดำเนินการมาจากการปฏิบัติการซึ่งมีรูปแบบที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

Lewin (1946 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) เป็นนักจิตวิทยาสังคมชาวเยอรมันที่ใช้คำว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นบุคคลแรก ที่มีเป้าหมายในการเปลี่ยนแปลงสังคมให้ดีขึ้น โดยเสนอวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแบบบันไดเวียน (Spiral Steps) กล่าวคือ แต่ละขั้นตอนมีการวนซ้ำไปเรื่อย ๆ เปรียบเสมือนบันไดเวียน ซึ่งในแต่ละวงรอบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การลงมือปฏิบัติ (Action) และการประเมินผลปฏิบัติ (Evaluation) ดังแสดงในรูปที่ 2.4



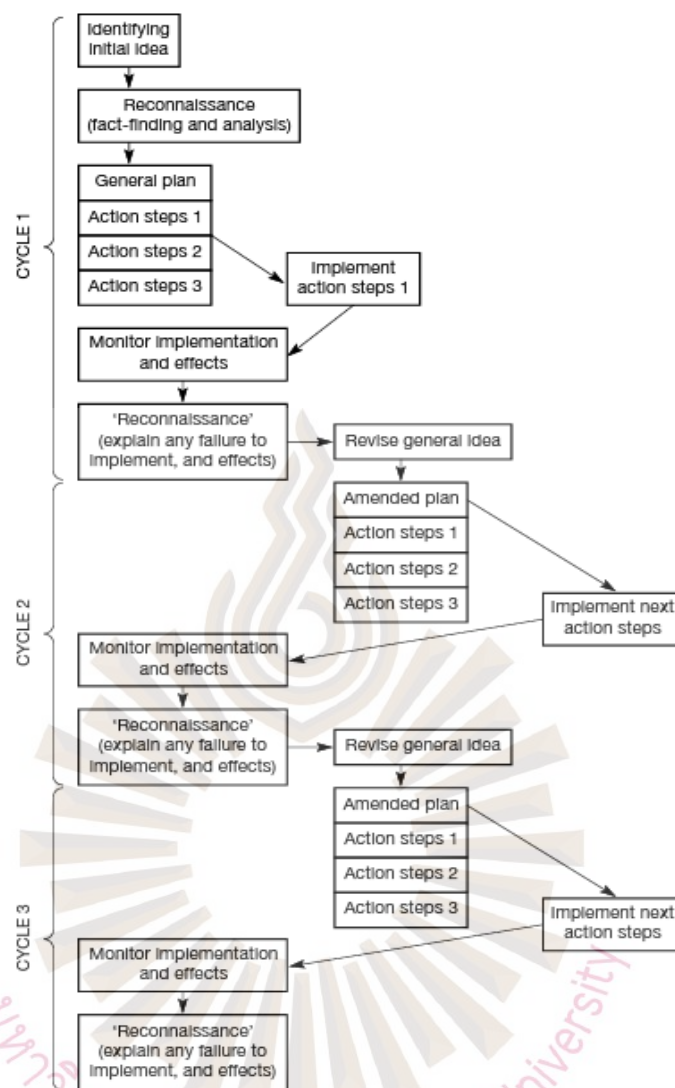
รูปที่ 2.4 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Lewin  
ที่มา: Lewin, 1946 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562



ก่อนเข้าสู่วงจรที่ 1 ของการวิจัยโดยวิธีนี้ ผู้วิจัยต้องระบุความคิดเห็นทั่วไปหรือความคิดเริ่มแรกก่อน (Identifying a general or initial idea) ซึ่งเป็นประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจหรือสงสัยเป็นประเด็นที่คงที่ในการทำวิจัย ต่อมาผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสถานการณ์ปัจจุบันที่ผู้วิจัยสนใจ (Reconnaissance or fact-finding) หรือการค้นหาความจำเป็นของบริบทที่จะทำการวิจัย (Need assessment or Reality check) จากนั้นเริ่มเข้าสู่วงจรที่ 1 เริ่มจากมีการวางแผนแล้วลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการปฏิบัติ ตามลำดับ เมื่อประเมินผลเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปปรับใช้กับวงจรที่ 2 และวงจรต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเกิดความเข้าใจและมีที่เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น

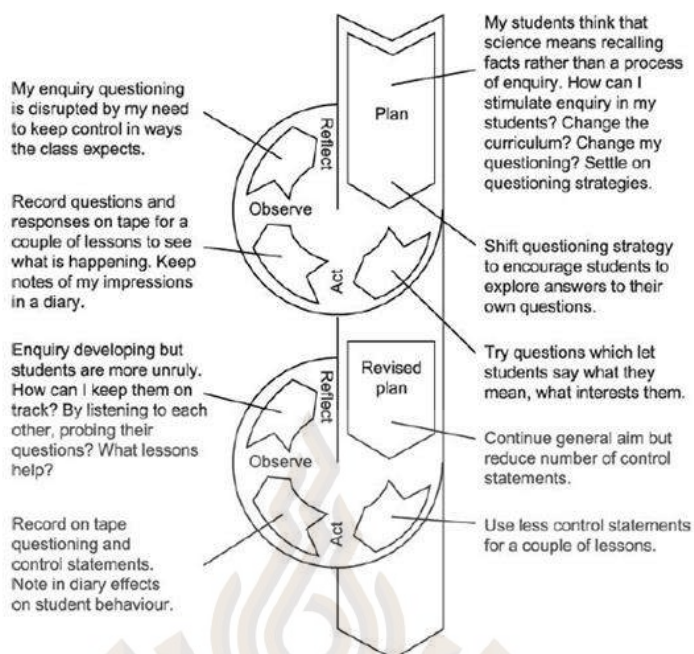
Elliott (1991 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) เป็นนักการศึกษาชาวอังกฤษได้เสนอวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติ ซึ่งปรับปรุงมาจากวิธีของ Kurt Lewin โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติม 3 ประเด็น คือ

- 1) ประเด็นที่สนใจหรือสงสัย ที่เรียกว่าความคิดแรกเริ่ม สามารถปรับเปลี่ยนได้ ขึ้นกับผลของแต่ละวงจรซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาหรือคำถามวิจัยใหม่ ซึ่งต่างจาก Lewin (1946) ความคิดแรกเริ่มต้องคงที่ตลอดการดำเนินการ
- 2) การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสถานการณ์ปัจจุบัน (Reconnaissance or Fact-Finding) หรือการค้นหาความจำเป็นของบริบทที่จะทำการวิจัย (Need Assessment or Reality Check) ควรเกิดขึ้นในขั้นเริ่มต้นของทุกวงจร
- 3) การนำแผนไปลงมือปฏิบัติจริงเป็นเรื่องยาก ผู้วิจัยไม่ควรประเมินผลการปฏิบัติงานถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะลงข้อสรุปได้ ดังรูปที่ 2.5

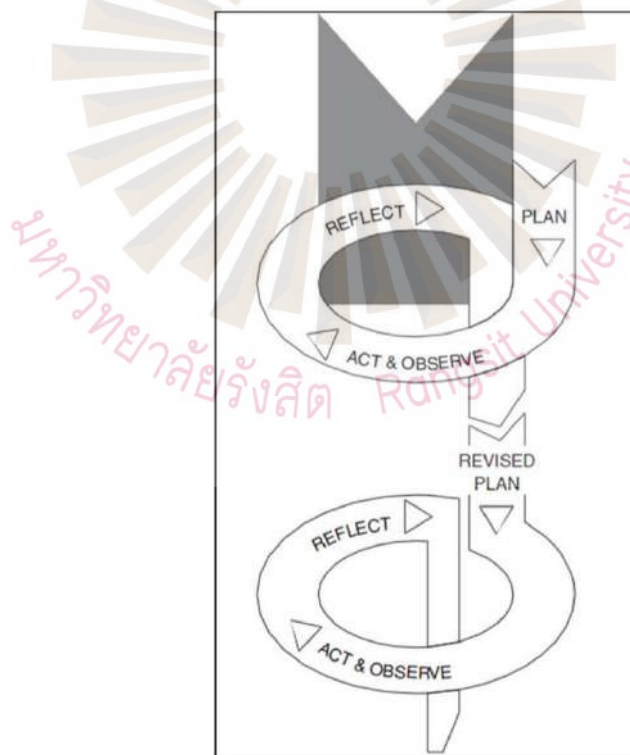


รูปที่ 2.5 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Elliott  
ที่มา: Elliott, 1991 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562

Carr and Kimmis (1986 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) และ Kemmis and McTaggart (2000 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) เสนอวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวงจรวนซ้ำ แต่ วงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนความคิด (Reflect) ซึ่งในประเทศไทยเรียนว่า วงจร PAOR (สุวิมล ว่องวานิช, 2555) ซึ่งการวิจัยจะดำเนินการต่อเนื่องเป็นวงจรเรื่อยไป เรียกว่า เกลียวการปฏิบัติงานและสะท้อนความคิด (Action-reflection Spiral) แสดงดังรูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Carr & Kimmis  
ที่มา: Carr & Kimmis, 1986 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562



รูปที่ 2.7 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ  
Kemmis & McTaggart เรียกว่า Action Research Spiral  
ที่มา: Kemmis & McTaggart, 2000 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562

มีรายละเอียดการดำเนินงานแต่ละขั้น ดังนี้

1) การวางแผน (Plan) ผู้ทำการวิจัยวางแผนการปฏิบัติงานที่จะกระทำในอนาคต ซึ่งแผนที่วางต้องมีความยืดหยุ่น เนื่องจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงทางสังคมไม่สามารถควบคุมหรือทำนายก่อนได้ โดยแผนที่เลือกมาต้องเป็นแผนที่ดีกว่าแผนอื่น ๆ

2) การปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งมีข้อมูลจากกิจกรรมก่อนหน้าและส่งผลต่อกิจกรรมถัดไป แต่แผนที่วางไว้สามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้เหมาะสมกับบริบทของสังคมที่ผู้วิจัยกำลังปฏิบัติงาน

3) การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตการปฏิบัติงานของตนเอง โดยผู้วิจัยต้องมีระบบในการจดจำสิ่งที่เกิดขึ้นซึ่งอาจจะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อน นอกจากจะสังเกตเพื่อเก็บข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ผู้วิจัยต้องมีความยืดหยุ่นในการเก็บข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นนอกเหนือจากแผนที่วางไว้อีกด้วย เช่น การปฏิบัติงาน ผลการปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมที่ดำเนินการปฏิบัติงาน

4) การสะท้อนความคิด (Reflect) ผู้วิจัยทำการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกต ทั้งการปฏิบัติงาน ผลการปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมที่ดำเนินการปฏิบัติงาน อาจกล่าวได้ว่าเป็นการประเมินอย่างหนึ่ง โดยผู้วิจัยต้องตัดสินใจว่าผลการปฏิบัติงานบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ และมีเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดอะไรบ้าง เพื่อนำไปพัฒนาในวงจรอื่นต่อไป

McNiff and Whitehead (2011 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) เสนอวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

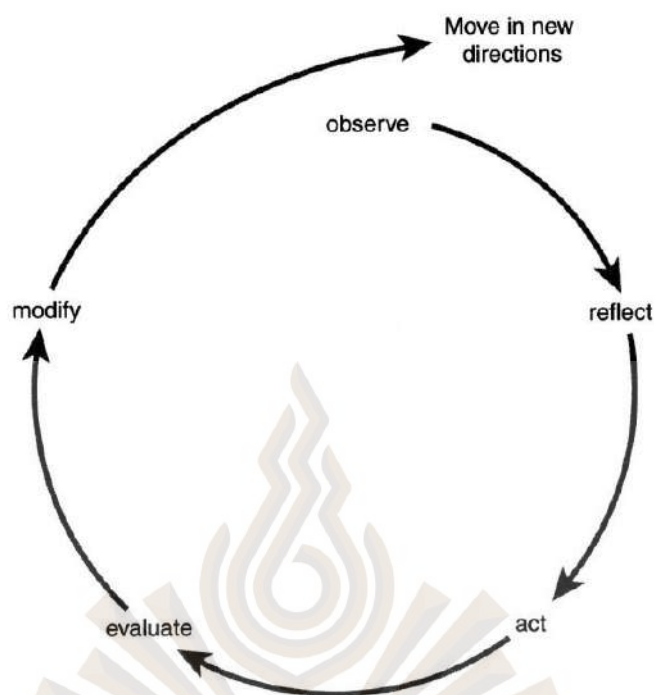
1) สังเกต (Observe) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งที่เกิดขึ้นหรือการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

2) สะท้อนความคิด (Reflect) ผู้วิจัยทำการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อระบุปัญหาที่พบและสาเหตุของปัญหา ต่อมาผู้วิจัยดำเนินการวางแผนเพื่อนำไปแก้ปัญหา

3) ลงมือปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยปฏิบัติตามแผนที่วางไว้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของตนเอง รวมไปถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะลงมือปฏิบัติ

4) ประเมินผล (Evaluate) ผู้วิจัยทำการประเมินผลการปฏิบัติงานของตน โดยมีวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลที่ได้และความรู้ที่ได้จากการสะท้อนคิดต่อการปฏิบัติงานกับเพื่อนร่วมงาน

5) ปรับปรุงแผน (Modify) ผู้วิจัยนำความรู้ที่ได้จากการประเมินผลไปใช้ในการพัฒนาแผนการปฏิบัติงานในวงจรถัดไปให้ดีขึ้น



รูปที่ 2.8 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ McNiff & Whitehead เรียกวงจรการปฏิบัติงานนี้ว่าวงจรการปฏิบัติงานและสะท้อนความคิด (Action-reflection Cycle) ที่มา: McNiff & Whitehead, 2011 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562

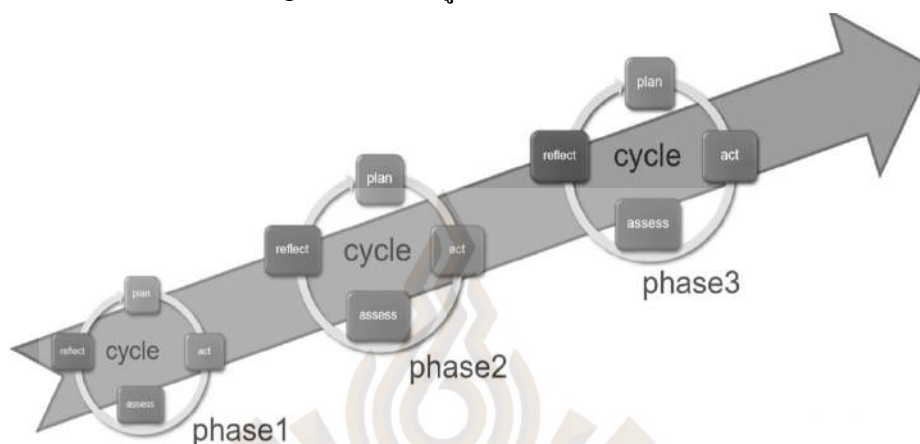
Inoue (2015) ได้เสนอวิธีการดำเนินงานวิจัยในรูปแบบที่แตกต่าง โดยประกอบด้วยหลายระยะ (Phases) ในแต่ละระยะประกอบด้วยหลายวงจร (Cycles) และในหนึ่งวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยวางแผนการปฏิบัติงานที่แตกต่างออกไปจากที่เคยปฏิบัติมา ซึ่งอาศัยข้อมูลจากการตรวจสอบความต้องการจำเป็นของบริบทเป็นฐานในการวางแผนการทำงานร่วมกับผลการวิจัยในวงจรก่อนหน้า โดยก่อนเริ่มวางแผนการปฏิบัติงานผู้วิจัยต้องเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการระบุสถานการณ์ปัญหา กำหนดคำถามวิจัยและออกแบบแผนการปฏิบัติงานเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2) ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ด้วยความรอบคอบและสามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้

3) ขั้นประเมินผลการปฏิบัติ (Assess) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลและประเมินว่าการปฏิบัตินั้นประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่

4) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) ผู้วิจัยสะท้อนความคิดต่อกระบวนการปฏิบัติงาน และผลการปฏิบัติงานที่ได้ (Process and Product) จากนั้นนำข้อมูลที่ค้นพบในวงจรที่ 1 ไปใช้ในการ ออกแบบหรือปรับปรุงแผนการดำเนินงานในวงจรถัดไป จนกระทั่งผู้วิจัยเกิดการอิ่มตัวขององค์ ความรู้ (Saturated Understanding) ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Inoue  
ที่มา: Inoue, 2015

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	Lewin, 1946 *	Elliott, 1991 *	Carr & Kimmis, 1986 *; Kemmis & McTaggart, 2000 *	McNiff & Whitehead, 2011 *	Inoue, 2015
1. การวางแผนปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	✓
2. การปฏิบัติงาน	✓	✓	✓	✓	✓
3. การสังเกตระหว่างและหลังการปฏิบัติงาน			✓	✓	✓
4. การสะท้อนผลหลังการปฏิบัติงาน			✓	✓	✓
5. การแก้ไขและปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน เพื่อดำเนินงานต่อไป			✓	✓	✓

\* อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562

จากการศึกษาวิธีการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน พบว่า การดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ครูผู้สอนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน โดยผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวางแผนการปฏิบัติงานในการแก้ปัญหา ต่อมาลงมือปฏิบัติตามแผนงานรวมถึงสังเกตขณะปฏิบัติงาน และหลังจบการปฏิบัติงานสะท้อนผลที่เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาปรับปรุงและแก้ไขแผนการปฏิบัติงานของวงจรถัดไป

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

นิธิรัตน์ อาโยวงษ์ และวิมล สำราญวานิช (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) เพื่อศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถระบุประเด็นของพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นในสังคม นักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อในการหาคำตอบอย่างมีวิจารณญาณ รวมไปถึงนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล มีการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการตีความหลักฐาน การลงข้อสรุป สามารถนำแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ โดยนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาสังคมและตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

ธีระ ช้างแดง, เสาร์รัตน์ ภัทรฐิตินันท์, และภาณุ ตรีเวช (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ( $p < .05$ ) และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสนใจและเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีการจัดกิจกรรมที่มีการใช้สื่อหลากหลาย เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีส่วนร่วม ในการทำกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

มณีรัตน์ แทนพรมมา และสกันธ์ชัย ชะนูนันท์ (2558) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่องสารนาโนในชีวิตประจำวันที่มีต่อ

การคิดวิเคราะห์ และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจระหว่างเรียนร้อยละ 86.74 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจได้ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเกี่ยวกับเรื่องสารนาโนที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ นักเรียนนำความรู้ในการทำกิจกรรมมาใช้ในการทำแบบทดสอบ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์นาโนได้อย่างเหมาะสม

อุไรวรรณ ไชยช่วย และประยุกต์ ศรีวิไล (2558) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้น และมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ( $p < .05$ ) นักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้สูงมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์มากกว่านักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่ำ ( $p < .05$ ) ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการโต้แย้งมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน ( $p < .05$ ) และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการนำตนเองในการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เฉพาะด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชวนพิศ คณะพัฒน์, ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, มนัส บุญประกอบ, และประสงค์ เมธิพิณิตกุล (2559) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านการระบุ



ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบาย ปรัชญาการณในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคม และด้านการตระหนักถึงความสำคัญและ ผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อตนเองและสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุริยวดี นีกรักษ์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISE) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (EPS) และ สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) โดยสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และการระบุประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ (ISI) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

กุลธิดา ชนาภิมุข (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนมีระดับเพิ่มสูงขึ้น

## 2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Yoruk, Morgil, and Secken (2010, pp. 1417-1424) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแยกสาร โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ (Logical thinking skill) โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในวิชาเคมี มีคะแนนทักษะการคิดเชิงตรรกะมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ห้องไม่แตกต่างกัน

Lua (2013, pp. 1-25) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้แก่ การโคลนนิ่งแกะ (cloning of sheep) การเจาะน้ำคร่ำเพื่อตรวจโครโมโซมของทารกในครรภ์ (amniocentesis) และการทำเด็กหลอดแก้ว (in-vitro fertilization) โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ได้แก่ สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม 2) เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมหลังเรียนมีสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

Yalaki (2016) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับอุดมศึกษา โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับอุดมศึกษาจำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและการออกแบบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงนักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสังคมและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและนอกประเทศที่กล่าวมานั้น พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับบริบทหรือสถานการณ์ของสังคมและประเด็นปัญหาของสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงเทคโนโลยี นำไปใช้ในการแก้ปัญหาของสังคมและตระหนักถึงการรักษาสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเกิดความสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมและนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป



### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบของ Kimmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 บริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน
- 3.2 รูปแบบการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 บริบทและสภาพทั่วไปของโรงเรียน

##### 3.1.1 บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยนี้ดำเนินการ ณ โรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 เป็นโรงเรียนที่เน้นการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เมื่อ พ.ศ. 2553 คณะรัฐมนตรีได้เห็นชอบข้อเสนอของกระทรวงศึกษาธิการให้ยกฐานะของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 แห่งในเครือ ขึ้นเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค เพื่อเพิ่มโอกาสให้กับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งมีกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคทั่ว

ประเทศ โดยเน้นการให้โอกาสกับผู้มีความสามารถพิเศษที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ในภูมิภาค ซึ่งมีการพัฒนา ปรับปรุงและส่งเสริมให้โรงเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 แห่ง ให้มีมาตรฐานทัดเทียมกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของโลก

การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งนี้เน้นการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักสูตรเดียวกับโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์และเครือเดียวกันกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 แห่ง เน้นการส่งเสริมสมรรถนะของนักเรียน เพื่อสร้างนักประดิษฐ์ นักคิดค้น นักวิจัย วิศวกรและนักนวัตกรรม นักเรียนแต่ละห้องมีความเท่าเทียม โดยไม่มีการจัดห้องเรียนแยกตามศักยภาพของนักเรียน โดยเปิดทำการเปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สภาพแวดล้อมบริเวณภายในและภายนอก โรงเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก โดยทางโรงเรียนจะได้รับเงินทุนสนับสนุนการบริหารและจัดการเรียนรู้จากรัฐบาลและโรงเรียน มหิดลวิทยานุสรณ์ รวมถึงอุปกรณ์และเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการได้รับการสนับสนุนจากโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์และมหาวิทยาลัยรัฐบาล และมีห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องตามมาตรฐานและเครื่องมือครบครัน อีกทั้งมีระบบถ่ายเทอากาศและติดตั้งอุปกรณ์ฉุกเฉินหากมีการสัมผัสสารเคมี ภายในห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้เป็นอย่างมาก มีระบบทำความเย็นที่เหมาะสม อุปกรณ์ทางด้านโสตทัศนูปกรณ์ที่ใช้งานได้อย่างดีและมีระบบกันเสียงรบกวนจากภายนอก

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าบริบทและสภาพแวดล้อมของโรงเรียนแห่งนี้มีความพร้อมในระดับสูงในเรื่องของหลักสูตร อุปกรณ์ สื่อและสิ่งแวดลอมที่ส่งเสริมการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นหลักสูตรของโรงเรียนนี้จึงมีปริมาณเนื้อหาหนักและรายละเอียดระดับลึก โดยเฉพาะรายวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงร่วมกันจัดกิจกรรมเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนกับวิชาชีววิทยาที่ผ่านมา ก่อนเริ่มสอนวิชานี้ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 พบว่านักเรียนมีทัศนคติเกี่ยวกับวิชาชีววิทยาก่อนข้างไปทางด้านลบเป็นส่วนมาก โดยนักเรียนกล่าวว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่น่าเบื่อ ไม่น่าสนใจ เนื้อหา มีรายละเอียดมากเกินไป และที่สำคัญนักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งมีนักเรียนจำนวนหนึ่งอยากนำความรู้มาช่วยในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน กล่าวคือนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์

หรือปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนภายในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

### 3.1.2 บริบทของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ โรงเรียนแห่งนี้มีห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้อง จำนวนนักเรียนห้องละ 24 คน จำนวนนักเรียนรวมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 144 คน โดยนักเรียนต้องผ่านการทดสอบเพื่อเข้าศึกษาที่โรงเรียนแห่งนี้ โดยการคัดเลือกเดียวกับนักเรียนเข้าศึกษาต่อในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ดังนั้นนักเรียนที่เข้ามาศึกษาในโรงเรียนนี้มีศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยในแต่ละห้องมีนักเรียนศักยภาพการเรียนรู้ที่หลากหลายในห้องเดียวกัน โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่ง จังหวัดปทุมธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4 ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งหมด 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 9 คน และนักเรียนหญิง 15 คน ซึ่งเป็นห้องที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายในการจัดการเรียนรู้

### 3.2 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kimmis and McTaggart (2000 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน (Plan) 2) การปฏิบัติ (Act) 3) การสังเกต (Observe) และ 4) การสะท้อนความคิด (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรที่เรียกว่า กลีวยการปฏิบัติงานและสะท้อนความคิด (Action-reflection spiral) (จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562, น.23) หรือทางการศึกษาของไทยเรียกว่า วงจร PAOR (สุวิมล ว่องวานิช, 2555) ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

1) ผู้วิจัยทำการสำรวจปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

- 2) วิเคราะห์หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้
- 3) ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยนำมาใช้ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
- 4) ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการประเมินผลการวิจัย
- 5) นำเครื่องมือเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยง จากนั้นแก้ไขและปรับปรุงต่อไป
- 6) นำเครื่องมือที่ได้รับการแก้ไขเสนอแก่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- 7) รวบรวมผลการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อนำไปใช้จริง

## ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

- 1) ชี้แจงจุดประสงค์และข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และผลการเรียนรู้ รวมถึงขั้นตอนการร่วมกิจกรรมและบทบาทของนักเรียน
- 2) ให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน (pre-test) และแบบวัดผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยใช้เวลาสอบทั้งหมด 50 นาที
- 3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองและให้ครูที่สอนวิชาชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน เข้าร่วมการสังเกตการจัดการเรียนรู้
- 4) เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน (post-test) และแบบวัดผลการเรียนรู้ฉบับเดิม
- 5) ให้นักเรียนทำแบบประเมินหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยทำการสังเกตผลที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้ของตนเองจากรูปภาพ วิดีทัศน์ และการบันทึกเสียง รวมไปถึงให้ครูผู้ช่วยวิจัย 2 คนบันทึกและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนด้วยเพื่อช่วยให้การสะท้อนความคิดของผลการจัดการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งและเก็บข้อมูลได้ครบทุกประเด็น โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตและรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
- 2) แบบสังเกตพฤติกรรมครู
- 3) แบบบันทึกภาคสนาม
- 4) ใบกิจกรรม

### ขั้นที่ 4 การสะท้อนความคิด (Reflect)

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 ท่านมาวิเคราะห์ วิจารณ์ และอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำข้อสรุปและข้อเสนอแนะไปปรับปรุงพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้และวางแผนการปฏิบัติงานในครั้งต่อไป

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ดังนี้

### 3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 5 แผน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่



- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน
- 2) แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู
- 3) แบบบันทึกภาคสนาม
- 4) ใบกิจกรรม

### 3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย ได้แก่

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย ได้แก่

- 1) แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนละหลังเรียน
- 2) แบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก
- 3) แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

## 3.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก จำนวน 5 แผน โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมมีแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) และการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแผนการเรียนรู้เพื่อใช้ในการวิจัยนี้

2) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและเอกสารประกอบการเรียนวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบไปด้วย คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ หัวข้อและสาระการเรียนรู้ วัตถุประสงค์รายวิชา แผนการประเมินผลการเรียนรู้และการมอบหมายงาน

3) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด ได้แก่ คือ (1) โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก (2) กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก (3) ผลและชนิดของผล (4) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช และ (5) เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด จำนวน 5 แผน 10 คาบเรียน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก	3
2	กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก	3
3	ผลและชนิดของผล	1
4	การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช	1
5	เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอก ของเมล็ด	2
รวม		10

ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกตามแนวคิดของ Lua (2013) และกุลธิดา ษนาภิมุข (2560) ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูผู้สอนนำปัญหาในสังคมหรือประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตในสังคมหรือสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนเข้าใจและตระหนักถึงผลกระทบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการค้นคว้า นักเรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต่อมานักเรียนทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าว โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น เอกสารประกอบการเรียน หนังสือ วารสารทางวิชาการ งานวิจัย รวมไปถึงอินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อให้ได้คำตอบของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอธิบาย อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่น เพื่อช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลมากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลได้ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น แผนผังมโนทัศน์ แผนผังความคิด แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ นักเรียนนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียน และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน

### 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติ

#### 3.4.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับผู้ช่วยวิจัยประเมินขณะที่มีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- (1) ศึกษาตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน จากนั้นกำหนดประเด็นที่จะสังเกตตามรูปแบบตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (2) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามประเด็นที่กำหนด
- (3) เสนอแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม
- (4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยงอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

#### 3.4.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู

แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู เป็นเครื่องมือในการบันทึกพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับผู้ช่วยวิจัยประเมินการจัดการเรียนรู้อุ้ในแต่ละแผน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- (1) ศึกษาตัวอย่างแบบสังเกต พฤติกรรมการสอนของครู จากนั้นกำหนดประเด็นที่จะสังเกตตามรูปแบบตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (2) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู ตามประเด็นที่กำหนด

(3) เสนอแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

(4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและครูพี่เลี้ยงอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

### 3.4.2.3 แบบบันทึกภาคสนาม

แบบบันทึกภาคสนาม (Field Note) ของผู้วิจัย เป็นแบบบันทึกคล้ายระเบียบสะสม สำหรับให้ผู้วิจัยบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อรวบรวมความคิดเห็น ความประทับใจ และการแปลความหมายของผู้บันทึกลงไปด้วย ข้อมูลอาจประกอบด้วยพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม การขัดแย้งเล็ก ๆ น้อย ๆ พฤติกรรมที่เกิดจากการไม่ระมัดระวังตัวของผู้วิจัย โดยมุ่งเน้นที่จะบันทึก ในประเด็นที่ต้องการศึกษาเป็นสำคัญ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

(1) ศึกษาตัวอย่างแบบบันทึกภาคสนามจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดประเด็นที่จดบันทึก

(2) สร้างแบบบันทึกภาคสนามในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นที่กำหนด

(3) เสนอแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยงตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและให้คำแนะนำ

(4) นำแบบบันทึกภาคสนามไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

### 3.4.2.4 ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ให้นักเรียนได้ศึกษา และทำกิจกรรม ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เพื่อให้นักเรียนได้ค้นคว้า และเขียนสรุปแนวคิดที่ได้จากการสืบค้นลงไป ใบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

(1) ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้ จากเอกสารประกอบการสอนรายวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืชของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค และหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

(2) สร้างใบกิจกรรมตามประเด็นที่กำหนด

(3) เสนอใบกิจกรรมที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยงตรวจสอบเพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และให้คำแนะนำ

(4) นำใบกิจกรรมไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้เหมาะสม และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

### 3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลวิจัย

#### 3.4.3.1 แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อตรวจสอบสมรรถนะเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) โดยแบบวัดเป็นลักษณะอัตนัย 13 ข้อ ทั้งแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยออกข้อสอบคู่ขนานกัน คำถามในแบบวัดนี้เกี่ยวกับบริบทปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษารายละเอียดวิธีและตัวอย่างในการสร้างเครื่องมือแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์จากหนังสือ คู่มือ และงานวิจัยต่าง ๆ

(2) ศึกษาวิธีการและเกณฑ์ในการวัดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ จากหนังสือ คู่มือ และงานวิจัยต่าง ๆ

(3) สร้างแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียนแบบคู่ขนานกัน โดยให้สอดคล้องกับการประเมินของกุลธิดา ชนาภิมุข (2560)

(4) เสนอแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

(5) นำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) การใช้ภาษา และความเหมาะสมของคำถาม โดยวัดความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และคำถาม (Index of Congruence หรือ ค่า IOC)

(6) นำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขแล้วเสนอ อาจารย์ที่ปรึกษาอีกรอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมอีกครั้ง เพื่อนำไปทดสอบ กับกลุ่มเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม รายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน

### 3.4.3.2 แบบวัดผลการเรียนรู้

แบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สำหรับ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นแบบทดสอบประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นฉบับเดียวกัน ซึ่งมีลำดับการสร้างดังนี้

(1) ศึกษารายละเอียดวิธีและตัวอย่างในการสร้างเครื่องมือแบบวัดผลการเรียนรู้จากหนังสือ คู่มือ และงานวิจัยต่าง ๆ

(2) ศึกษามาตรฐานการศึกษาตัวชี้วัดและเกณฑ์การพิจารณาของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

(3) ศึกษาเนื้อหาและข้อสอบเก่าของรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

(4) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยอ้างอิงตามจุดประสงค์ของหลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

(5) เสนอแบบวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

(6) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) การใช้ภาษา และความเหมาะสมของคำถาม โดยวัดความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และคำถาม (Index of Congruence หรือ ค่า IOC)

(7) ผู้วิจัยพิจารณาคัดเลือกคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และ ปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าไม่ถึง 0.5 ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

(8) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

(9) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดปรนัย

(10) คัดเลือกคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ

(11) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

(12) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ไปแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกรอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมอีกครั้ง เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจริงในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม รายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน

### 3.4.3.3 แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

(1) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีของรูปแบบวิธีการสร้างแบบประเมินเจตคติจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(2) นำข้อมูลที่ได้หลังจากศึกษามาสร้างแบบประเมินเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

(3) เสนอแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นที่ดัดแปลงจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนรู้ของ พสุ โปธิ์มัน (2557) ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.120-121)

5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

(4) นำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ไปใช้จริง

### 3.5 วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2562 ซึ่งใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 10 คาบเรียน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1) ชี้แจงจุดประสงค์และข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ในรายวิชาชีววิทยา รวมถึงขั้นตอนการร่วมกิจกรรมและบทบาทของนักเรียน

2) ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ใช้เวลาสอนทั้งหมด 10 คาบเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง นอกจากนี้ทำการรวบรวมข้อมูลระหว่างการสอนจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลปฏิบัติการ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบบันทึกภาคสนาม และใบกิจกรรม แล้วนำข้อมูลที่ได้ในชั้นสังเกตการณ์มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและเพื่อนำไปใช้วางแผนปฏิบัติการสังเกต สะท้อนผลการปฏิบัติการสอนในวงจรถัดไป ซึ่งข้อมูลที่รวบรวม ได้แก่ เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพฤติกรรมของผู้เรียน

4) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนด ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียนแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม รวมไปถึงผู้วิจัยประเมินผลงานด้านการรู้วิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม โดยใช้แบบประเมินผลงานด้านการรู้วิทยาศาสตร์หลังจากผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

5) ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบทั้งหมด ได้แก่ แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบบวัดผลการเรียนรู้ และแบบประเมินผลงานด้านการรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ



6) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณทางสถิติ

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

##### 3.6.1.1 แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยออกแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ผู้วิจัยนำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์หลังจากที่นักเรียนได้ลงมือทำแบบทดสอบ ซึ่งแต่ละข้อเป็นการประเมินสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มาพิจารณาการให้คะแนนตามเกณฑ์ของข้อสอบแต่ละข้อ

(2) ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงมาจากกุลธิดา ชนาภิมุข (2560, น.99-100) โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีช่วงคะแนนและระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 3.2

(3) ผู้วิจัยจัดกลุ่มของนักเรียนตามผลคะแนน เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีช่วงคะแนนและระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์
0 – 12.5	ไม่มีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์
12.6 - 25	1b
25.1 - 37.5	1a
37.6 - 50	2
50.1 - 62.5	3
62.6 - 75	4
75.1 - 87.5	5
87.6- 100	6

ที่มา: กุลธิดา ชนาภิมุข, 2560, น.99-100

### 3.6.1.2 แบบวัดผลการเรียนรู้

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมคะแนนผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน นำมาวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลและรายชั้นเรียน โดยวิธีการหาค่า Normalized gain ซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) โดยงานวิจัยนี้จะวัดผลการเรียนรู้รายชั้น และรายบุคคล ซึ่งมีสมการดังนี้

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

กำหนดให้  $\langle g \rangle$  คือ ค่า Normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

โดยค่า Normalized gain สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

“High gain” หมายถึงได้ค่า  $\langle g \rangle \geq 0.7$

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

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

### 3.6.1.3 แบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมคะแนนหลังจากให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม นำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยของแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ยของคะแนน	ความหมาย
4.51 – 5.00	เห็นด้วยมากที่สุด
3.51 – 4.50	เห็นด้วยมาก
2.51 – 3.50	เห็นด้วยปานกลาง
1.51 – 2.50	เห็นด้วยน้อย
1.00 – 1.50	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ที่มา: บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.121

### 3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย โดยผู้วิจัยเลือกวิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลจาก 3 แหล่ง ประกอบด้วย ผู้วิจัย ครูผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 ท่าน และการบันทึกรูปภาพ วิดีทัศน์และการบันทึกเสียง รวมไปถึงการสะท้อนผลการจัดเรียนรู้จากนักเรียน ซึ่งข้อมูลที่บันทึกเกี่ยวกับผลการวิจัยในเชิงคุณภาพและความสอดคล้องของจุดประสงค์ของงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยมีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจาก 2 ส่วน ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและแบบบันทึกภาคสนาม และแบบสะท้อนผลการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ แบบวัดผลการเรียนรู้และใบกิจกรรม

### 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.7.1 สถิติพื้นฐาน

1) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.123-124)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ  $\bar{x}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.126)

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

เมื่อ  $S$  หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) ค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Validity) ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

โดยพิจารณาจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร (ธีระ กุลสวัสดิ์, 2558, น.1)

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

เมื่อ  $IOC$  หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
 $\sum R$  หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

### 2) ค่าความยากง่าย (Difficulty: P)

การหาค่าความยากง่าย (Difficulty : P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.97)

$$P = \frac{Ru + Rl}{N}$$

เมื่อ  $P$  หมายถึง ค่าความยากง่าย

$Ru$  หมายถึง จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

$Rl$  หมายถึง จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

$N$  หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

### 3) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: R)

การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.98)

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

เมื่อ  $r$  หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

$Ru$  หมายถึง จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

$Rl$  หมายถึง จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

$f$  หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

## 4) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น.103-104)

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

เมื่อ  $r_{KR-20}$  หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$k$  หมายถึง จำนวนข้อสอบ

$p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

$q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ  $1-p$

$S^2$  หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบของ Kimmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน จีระวรรณ เกษสิงห์, 2562) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการเรียนรู้ทางการเรียน
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

ผู้วิจัยทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนทั้งหมด 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนชายจำนวน 9 คนและนักเรียนหญิงจำนวน 15 คน ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก และดำเนินการตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนทั้งหมด 2 วงจรปฏิบัติการ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก และแผนการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 6 คาบเรียน และ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการเรียนรู้ ที่ 3 ผลและ

ชนิดของผล แผนการเรียนรู้ที่ 4 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช และแผนการเรียนรู้ที่ 5 เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดซึ่งผู้วิจัยใช้ แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผนการเรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยง ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย 2 ท่าน รวมไปถึงการบันทึกภาพ และวิดีโอ เพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และวางแผนในวงจรต่อไป ผู้วิจัยสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก และผลการสะท้อนดังต่อไปนี้

#### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ในแต่ละขั้นตอน

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นการสืบค้น ขั้นการระดมความคิด และขั้นการตัดสินใจ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนได้ผลดังต่อไปนี้

##### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผนการเรียนรู้ได้แก่ แผนการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก และแผนการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก และใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมในสถานการณ์ปัญหา เรื่อง โรคน้ำมันสำปะหลัง โดยพบรายงานการระบาดของโรคน้ำมันสำปะหลังในประเทศไทยที่อยู่ใกล้ประเทศไทย สาเหตุเกิดจากการติดเชื้อไวรัสของต้นมันสำปะหลัง เชื้อไวรัสดังกล่าวมีผลต่อโครงสร้างต่าง ๆ ของต้นมันสำปะหลังและกระบวนการขยายพันธุ์ในส่วนของลำต้นของมันสำปะหลัง โดยยังไม่มีวิธีแก้ไขที่ดี (ขณะที่ทำงานวิจัย) เมื่อพบต้นมันสำปะหลังที่มีอาการเช่นนี้ เกษตรกรจำเป็นต้องกำจัดต้นมันสำปะหลังที่อยู่โดยรอบเป็นรัศมี 5 กิโลเมตร และฉีดยาฆ่าเชื้อดังกล่าว ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกษตรกรและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ต่อมาผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่เกิดขึ้น สาเหตุ และผลกระทบการกำจัดต้นมันสำปะหลังที่ติดเชื้อและการใช้สารเคมี และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าวลงในใบกิจกรรม

ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสนใจสถานการณ์หรือมีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมน้อย เนื่องจากการผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับ



สถานการณ์ด้วยการบรรยายโดยใช้ใบกิจกรรมเพียงอย่างเดียวเป็นสื่อการเรียนรู้ รวมไปถึงผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ด้วยตนเอง และไม่ได้อธิบายจุดประสงค์การจัดกิจกรรมและการตอบคำถามแต่ละข้อให้ชัดเจนเท่าที่ควร สอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย 2 ท่าน และความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“ควรใช้ภาพหรือวิดีโอเกี่ยวกับสถานการณ์โรคใบด่างมันสำปะหลัง เพื่อดึงดูดให้นักเรียนสนใจมากกว่านี้ และควรอธิบายรายละเอียดของคำถามแต่ละข้อให้ละเอียดมากกว่านี้อาจจะใช้การยกตัวอย่างหรือ PowerPoint เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ควรนำเสนอปัญหาโรคใบด่างมันสำปะหลังที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม มีการวิเคราะห์ปัญหานี้ในเชิงอื่นที่มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต เช่น เศรษฐกิจ การเมือง เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและให้ข้อมูลแก่นักเรียนในการตอบคำถามแต่ละข้อ” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“กิจกรรมสร้างสรรค์มากค่ะ แต่ถ้าเพิ่มความน่าสนใจอีกนิดจะสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้มากกว่านี้” (นักเรียนคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“อยากให้มีการเกริ่นนำหรือสอนก่อน เกี่ยวกับแนวทางในการตอบปัญหาแต่ละข้อ รวมถึงขอบเขตในการตอบที่เหมาะสม” (นักเรียนคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“อยากให้อาจารย์มีการยกตัวอย่าง หรือวิธีการทำคร่าว ๆ ก่อนค่ะ” (นักเรียนคนที่ 3, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“อยากให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีรายละเอียดมากขึ้น เพื่อเข้าใจสถานการณ์จากโจทย์ได้มากขึ้น” (นักเรียนคนที่ 4, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ยังไม่ค่อยเข้าใจจุดประสงค์ของกิจกรรม แต่กิจกรรมมีความแปลกใหม่ดี อยากให้กิจกรรมชัดเจนมากกว่านี้” (นักเรียนคนที่ 5, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

ดังนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ได้แก่ แผนการเรียนรู้ที่ 3 ผลและชนิดของผล และ แผนการเรียนรู้ที่ 4 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช และแผนการเรียนรู้ที่ 5 เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมในสถานการณ์ปัญหา เรื่อง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชที่ไทยส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก (ขณะที่ทำงานวิจัย) ซึ่งเกิดการแพร่ระบาดในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรและอุตสาหกรรมข้าวโพดของไทย และการกำจัดหนอนข้าวโพดชนิดนี้ยังไม่มีวิธีที่สามารถกำจัดหนอนชนิดนี้ได้อย่างถาวร ซึ่งต้องใช้สารเคมีในการควบคุมหนอนและเคลือบเมล็ดข้าวโพด

จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเลือกปัญหาและสถานการณ์ เรื่อง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เนื่องจากสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 – 5 และมีผลกระทบต่อเกษตรกร ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากกว่า เรื่อง ใบด่างมันสำปะหลัง รวมไปถึงใช้สื่อหลากหลายในการนำเสนอสถานการณ์ ได้แก่ การนำเข้าสู่กิจกรรมโดยใช้ PowerPoint ที่นำเสนอภาพและความสำคัญของข้าวโพด จากนั้นเปิดวิดีโอเกี่ยวกับสถานการณ์ข้าว เรื่อง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด และปัญหาที่เกิดขึ้นที่กระทบต่อสังคม รวมไปถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ต่อมาผู้วิจัยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นกลุ่ม โดยเพิ่มบทบาทให้นักเรียนวิเคราะห์ในเชิงต่าง ๆ มากขึ้น เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม นักลงทุน และเกษตรกร เพื่อให้นักเรียนมีความหลากหลายในการระบุปัญหาในเชิงต่าง ๆ มากขึ้น และผู้วิจัยอธิบายจุดประสงค์และแนวทางในการตอบคำถามให้กับนักเรียน โดยใช้ PowerPoint ในการอธิบายขั้นตอน การดำเนินงานและยกตัวอย่าง

ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ดังกล่าวมากขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของสถานการณ์ดังกล่าว และผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงทางด้านเศรษฐกิจ และด้านการเกษตร ทำให้นักเรียนสนใจและเกิดการวิเคราะห์มากขึ้น นักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจบทบาทของตนเองในสถานะต่าง ๆ เช่น นักลงทุน นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อมและเกษตรกร เนื่องจากผู้วิจัยไม่อธิบายเกี่ยวกับบทบาทดังกล่าว แต่นักเรียนบางส่วนสืบค้นและทำความเข้าใจบทบาทต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ต ทำให้

นักเรียนฝึกการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย 2 ท่าน และความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“นักเรียนมีความสนใจในสถานการณ์หนอนกระทู้ข้าวโพดหลายจุดเป็นอย่างมาก นักเรียนให้ความร่วมมือกันภายในกลุ่มและแบ่งบทบาทของตนเองภายในกลุ่ม รวมไปถึงช่วยกันวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่สามารถแก้ไขด้วยกระบวนการวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและค่าใช้จ่ายในการทำ” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์และตระหนักเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวมากขึ้น นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองในสิ่งที่ตนต้องการหาความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมมีความน่าสนใจมากขึ้นและการตอบคำถามของนักเรียนตรงประเด็น เนื่องจากผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติม” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“สนุกค่ะ ได้ทำงานกลุ่ม แต่กิจกรรมแรกไม่เข้าใจว่าต้องเขียนอย่างไร แต่กิจกรรมนี้เข้าใจแล้วค่ะ” (นักเรียนคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“สนุกและหลากหลายมาก และเข้าใจคำถามที่ได้รับมอบหมาย เนื่องจากอาจารย์อธิบายให้ฟังค่ะ” (นักเรียนคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“ได้มองหลายมุมมอง ฝึกคิดในมุมมองต่าง ๆ และบางมุมมองเป็นแนวทางที่จะได้รับผลเหมือนกัน” (นักเรียนคนที่ 3, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและชอบที่มีการให้เขียนมุมมองปัญหาที่แต่ละอาชีพมอง” (นักเรียนคนที่ 4, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“ได้วางแผนการแก้ปัญหากับเพื่อน แล้วก็รู้จักวิธีการใหม่ ๆ ที่คิดไม่ถึง” (นักเรียนคนที่ 5, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย แต่ไม่มีใครแก้ไข ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจมากที่จะมาทำโครงการต่อไปในอนาคต” (นักเรียนคนที่ 6, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“เป็นกิจกรรมที่ดี ส่งเสริมให้เด็กนักเรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์ในการกำหนดภาระที่เข้าโพลหลายจุด มีทักษะการคิดวิเคราะห์ดีมาก และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ๆ” (นักเรียนคนที่ 7, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นการสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนแรกของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นขั้นตอนเริ่มต้นการเรียนรู้ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีความสนใจต่อการจัดการเรียนรู้ รวมถึงให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งที่เกิดขึ้นในสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยผู้สอนเลือกใช้ข่าวสถานการณ์หรือประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตประจำวัน ที่อยู่ในรูปแบบบทความในวารสาร บทความในหนังสือพิมพ์ ภาพและวิดีโอที่แสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน โดยใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ใบงาน PowerPoint ภาพ และวิดีโอ เป็นต้น เพื่อสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนและเห็นความสำคัญของการเรียนภายในห้องเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสืบค้น

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ นักเรียนเขียนระบุปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวในมุมมองที่ไม่หลากหลายเท่าที่ควร เช่น นักเรียนวิเคราะห์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ไม่ได้คำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อมหรือด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้ระบุหรืออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย และความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“นักเรียนส่วนมากระบุปัญหาในแนวทางเดียว ไม่คำนึงถึงแนวทางอื่น ๆ ” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ควรเปิดโอกาสการแก้ปัญหาในมุมมองต่าง ๆ” (นักเรียนคนที่ 5, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเพิ่มบทบาทของนักเรียน โดยให้นักเรียนระบุปัญหาในบทบาทต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนเริ่มระบุปัญหาในบทบาทต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสืบค้นผู้วิจัยให้นักเรียนสืบเสาะหาข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาในบทบาทที่ตนได้รับได้ถูกต้อง ผลการดำเนินงานพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจบทบาทและหน้าที่ที่ผู้วิจัยกำหนดว่าจะต้องวิเคราะห์อย่างไร มีหน้าที่อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยต้องเข้าไปสอบถามแต่ละกลุ่มและอธิบายให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งทำให้ใช้เวลานานก่อนที่นักเรียนจะเริ่มสืบค้นข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ปัญหาในบทบาทที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย 2 ท่าน ดังต่อไปนี้

“นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของตนเอง ควรอธิบายหน้าที่และประเด็นของแต่ละบทบาทให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

“ผู้วิจัยควรกำหนดบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนให้ชัดเจน พบว่านักเรียนไม่รู้ว่านักวิทยาศาสตร์ต้องทำอะไร นักลงทุนควรวิเคราะห์ประเด็นปัญหาอย่างไร” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2)

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าการอธิบายรายละเอียดของบทบาทและหน้าที่ของแต่ละอาชีพก่อนที่ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลมีความสำคัญต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล และให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นกับจุดประสงค์ของผู้วิจัย

ผลการดำเนินการของวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าตอบคำถามลงในใบกิจกรรมเกี่ยวกับแหล่งของข้อมูล นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เช่นบางกลุ่มตอบว่าแหล่งข้อมูลจาก อินเทอร์เน็ต (Internet) แต่เป้าหมายของผู้วิจัยให้เขียนชื่อเว็บไซต์หรือการเขียนแหล่งอ้างอิงที่ถูกต้องที่กลุ่มตนเองสืบค้น เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้อธิบายให้ชัดเจน และบางแหล่งข้อมูลที่นักเรียนเลือกนำมาใช้อ้างอิงมีความน่าเชื่อถือน้อย ดังนั้นในการดำเนินการของ

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนแหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อให้ให้นักเรียนเขียนได้ถูกต้องและเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ

จากผลการดำเนินการของวงจรถับปฏิบัติกรที่ 1 และ วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ตอบคำถามลงในใบกิจกรรมของวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 มีการพัฒนาในการสืบเสาะหาความรู้และการกำหนดขอบเขตของความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปในแนวทางที่ดีขึ้นสังเกตได้จากการตอบคำถามของนักเรียนในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 1 นักเรียนเลือกข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาที่กว้างและไม่จำเพาะเจาะจงเท่าที่ควร ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร แต่ในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 นักเรียนเลือกใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ดีขึ้น มีความจำเพาะเจาะจงและครอบคลุมเนื้อหาเพื่อนำไปสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น แสดงให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนที่สามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นการสืบค้น เป็นขั้นตอนที่สองในการจัดการเรียนรู้ หลังจากผู้วิจัยให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบเสาะค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 5-6 คน มีทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนเลือกบทบาทที่ตนเองต้องการวิเคราะห์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม นักลงทุน และเกษตรกร เพื่อให้ นักเรียนค้นคว้าหาเกี่ยวกับปัญหาในแต่ละบทบาท ต่อมาผู้วิจัยให้นักเรียนภายในกลุ่มเลือกปัญหาที่กลุ่มตนเองต้องการแก้ไข โดยปัญหาที่เลือกต้องเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขและตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อแต่ละกลุ่มได้ปัญหาที่ตนเองเลือก ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและรวบรวมข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนต้องบันทึกความรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เหตุผลที่จำเป็นต้องใช้ความรู้เหล่านั้น แหล่งที่มาของข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น เช่น หนังสือ เอกสารประกอบการสอน งานวิจัย วารสารทางวิชาการ นิตยสาร หรือ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการระดมความคิด

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่นักเรียนได้สืบค้นและรวบรวมมา เพื่อใช้ในการเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกลุ่มตนเอง พบว่านักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นข้อมูลที่ได้สืบค้นมาอย่างดีและสนุกกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แต่เนื่องจากผู้วิจัยให้เวลานักเรียนน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนตอบคำถามไม่ครบสมบูรณ์และขาดความสอดคล้องเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนใช้เวลามากเกินไปในขั้นตอนสืบค้น ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย และความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“ผู้สอนควรบริหารจัดการเวลาในการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้นักเรียนทำงานเสร็จทันเวลา และเขียนคำตอบที่ถูกต้องตามจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“อยากให้มีความรู้ในการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนมากขึ้น” (นักเรียนคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ระยะเวลาที่ให้ทำงานน้อยไปหน่อยค่ะ” (นักเรียนคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

ดังนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยกระชับเวลาในขั้นตอนการสืบค้นให้ลดเวลาลง เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มในขั้นตอนการระดมความคิดมากขึ้น และนักเรียนสามารถตอบคำถามได้สมบูรณ์มากขึ้น

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากผู้วิจัยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสร้างผลงานลงในกระดาษฟลิปชาร์ต เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนบางกลุ่มแสดงการโต้เถียงกันว่าใครจะเป็นผู้เขียนข้อมูลหรือวาดรูปลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ทำให้เกิดนักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับลายมือและการวาดภาพว่ามีผลต่อคะแนนหรือไม่ และเสนอความคิดเห็นสามารถใช้เทคโนโลยีทำผลงานชิ้นนี้ได้หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีหรือรูปแบบการนำเสนอที่นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พบว่านักเรียนมีวิธีการ

นำเสนอที่หลากหลายและนักเรียนสนุกกับการทำงานมากขึ้น เช่น การใช้คอมพิวเตอร์สร้างโปสเตอร์ การสร้างภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน (Animation) การนำเสนอผลงานโดยใช้ PowerPoint ในการประกอบการแสดงบทบาทสมมติและรายงาน เป็นต้น

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นการระดมความคิด เป็นขั้นตอนที่ต่อจากขั้นตอนการสืบค้น โดยนักเรียนแต่ละคนได้ทำการรวบรวมข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนเข้ากลุ่ม โดยมีสมาชิกจำนวนกลุ่มละ 5-6 คน มีทั้งหมด 4 กลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา 1 แนวทางสำหรับการใช้ในออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ส่งผลกระทบต่อทางด้านลบกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของกลุ่มตนเอง โดยเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม และเตรียมการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังโน้ตทัศน์ แผนผังความคิด แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ฟังเข้าใจสิ่งที่นักเรียนนำเสนอได้ง่าย โดยกำหนดหัวข้อที่นักเรียนต้องนำเสนอประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนสนใจ แนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มนักเรียน ข้อดีและข้อด้อยของแนวทางแก้ปัญหา และแหล่งข้อมูล/ที่มา ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ตนได้รับ รวมไปถึงการลงข้อสรุปข้อมูลเพื่อให้ได้แนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และนำข้อสรุปที่ได้มาจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ

#### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่หน้าชั้นเรียน โดยอธิบายปัญหาที่กลุ่มเองสนใจและแนวทางแก้ปัญหา พร้อมทั้งบอกเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือก รวมไปถึงข้อดีและข้อด้อยของวิธีการดังกล่าว พบว่านักเรียนใช้เวลาในการนำเสนอเกินที่ผู้วิจัยกำหนด ทำให้ผู้ฟังมีเวลาในการสอบถามข้อสงสัยไม่เพียงพอ แต่ผู้วิจัยเขียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มบนกระดานไวท์บอร์ด เพื่อให้ผู้นำเสนอกระชับเวลามากขึ้น และนำเสนอเพียงแค่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ซึ่งการจัดการเวลาของผู้วิจัยในการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่ดี ซึ่งสอดคล้องกับการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ช่วยวิจัย ผู้วิจัย และความคิดเห็นของนักเรียน ดังต่อไปนี้



“ครูควรควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมให้ดีกว่านี้” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“เวลาไม่เพียงพอ ทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง” (ครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ควรเพิ่มเวลาในการนำเสนอเพิ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมได้สมบูรณ์” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“ดี แต่อยากให้มีความ discuss กันในห้องมากกว่านี้ ควรเพิ่มเวลา” (นักเรียนคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

“เวลาดำเนินกิจกรรมสั้นไป” (นักเรียนคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเพิ่มเวลาในการนำเสนอเป็นกลุ่มละ 15 นาที โดยใช้เวลาในการนำเสนอ 10 นาที และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังถามประเด็นที่สงสัย 5 นาที พบว่านักเรียนได้นำเสนองานของกลุ่มตนเองได้สมบูรณ์และครบถ้วน แต่เวลาในการถามตอบยังคงไม่เพียงพอ เนื่องจากนักเรียนให้ความสนใจวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่นและต้องการแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าถ้านักเรียนได้เวลาเพิ่มขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีโอกาสประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่นอีกด้วย ดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน



รูปที่ 4.2 แสดงนักเรียนยกมือเพื่อสอบถามข้อสงสัย

นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าขณะที่กลุ่มอื่นนำเสนอ นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจและไม่สนใจฟังเพื่อนนำเสนอ ทำให้นักเรียนไม่เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ รวมไปถึงนักเรียนที่ไม่ให้ความสำคัญกับการนำเสนอขอเพื่อนร่วมชั้น

ไม่แสดงความคิดเห็นต่อแนวทางแก้ปัญหาและการตัดสินใจของห้องเรียน ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนใบกิจกรรมเพิ่มเติมขณะที่เพื่อนกลุ่มอื่นกำลังนำเสนอ ซึ่งประกอบด้วยการบันทึก 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การนำเสนอ ผู้วิจัยให้นักเรียนจดบันทึกปัญหาที่กลุ่มสนใจ แนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มดังกล่าว ผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนต้องวิเคราะห์แนวทางที่เพื่อนกำลังนำเสนอ และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหานี้ ตอนที่ 2 ถาม-ตอบ ผู้วิจัยให้นักเรียนบันทึกคำถามของกลุ่มนักเรียน คำตอบของกลุ่มที่กำลังนำเสนอ และความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากได้รับคำตอบ และตอนที่ 3 บันทึกแนวทางที่ห้องเรียนตัดสินใจเลือกเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของห้องเรียน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนสนใจและตั้งใจฟังกลุ่มที่กำลังนำเสนออยู่ รวมไปถึงจดบันทึกลงในใบกิจกรรมเพิ่มเติมได้ครบถ้วน

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ใน ขั้นตอนการตัดสินใจ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง ประกอบไปด้วย ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนสนใจ แนวทางแก้ปัญหาที่นักเรียนช่วยกันระดมความคิดภายในกลุ่ม ข้อดีและข้อด้อยของแนวทางแก้ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนเลือก และแหล่งข้อมูลหรือที่มาของข้อมูลต่าง ๆ โดยผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มใช้เวลาแนะนำผลงาน 5 นาที และเปิดโอกาสให้ผู้ฟังหรือนักเรียนกลุ่มอื่นสอบถามประเด็นที่สงสัย 5 นาที รวมแต่ละกลุ่มใช้เวลาแนะนำทั้งหมด 10 นาที ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนโต้แย้งเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อประเมินเกี่ยวกับข้อมูล การนำเสนอ ข้อดีและข้อด้อยของกลุ่มที่นำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยและครูผู้ช่วยวิจัย 2 ท่าน จะถามคำถามเพิ่มเติม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ต่อมาผู้วิจัยเขียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม โดยเขียนบนกระดานไวท์บอร์ดเพื่อเปรียบเทียบแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนทั้งห้องตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ตามสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ ซึ่งผลที่ได้ตามตารางที่ 4.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 กิจกรรม เรื่อง โรคน้ำมันสาปะหลัง	การแก้ไขและปรับปรุง เพื่อสร้างแผนการปฏิบัติที่ 2	ผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 กิจกรรม เรื่อง หนอนกระชู่ข้าวโพดลายจุด
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically)			
1.1) การระบุ ใช้และสร้างตัวแบบ หรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์โรคใบด่างมันสาปะหลังได้ดี แต่รูปแบบที่นักเรียนนำเสนอความหลากหลายค่อนข้างน้อย เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบใบกิจกรรมโดยกำหนดให้นักเรียนนำเสนอในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์เท่านั้น	ผู้วิจัยแก้ไข ใบกิจกรรมสำหรับคำถามข้อ 1 ให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นข้างต้น โดยตัดคำว่า “ในรูปแบบแผนผังมโนทัศน์” ออกจากคำถาม	นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้นกว่าว่กิจกรรมปฏิบัติที่ 1 โดยนักเรียนมีการใช้รูปภาพเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
1.2) การอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	นักเรียนส่วนใหญ่เสนอแนวทางแก้ปัญหาที่มุ่งเน้นการกำจัดเชื้อไวรัสโดยตรง เช่น การเผา การตัดต่อพันธุกรรม และการใช้ยาฆ่าเชื้อไวรัส เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ดีในการกำจัดเชื้อโรค วิธีดังกล่าวมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นและสิ่งแวดล้อม ทำให้ไม่เป็นที่นำไปใช้ได้เท่าที่ควร แต่มีนักเรียนบางกลุ่มใช้สมุนไพรในการกำจัดเชื้อ หรือการใช้เทคโนโลยี เช่น Image processing และ Machine hearing ในการทำนายการแพร่ระบาดของเชื้อโรค ซึ่งเป็นก่อนมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และไม่กระทบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	ผู้วิจัยนำผลกระทบของวิธีที่นักเรียนนำเสนอมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนในชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนคำนึงถึงผลเสียที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มากกว่าการกำจัดเชื้อ	นักเรียนเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่ไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เช่น การใช้ไฟโรโมนหรือฮอร์โมนจากสิ่งมีชีวิต เพื่อล่อเพศตรงข้ามให้ออกมา การใช้สัตว์ที่เป็นศัตรูในการกำจัดหนอน การใช้สารสกัดธรรมชาติ การใช้คลื่นเสียงหรือคลื่นไมโครเวฟ และการตัดต่อพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์  
พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 1 กิจกรรม เรื่อง โรคใบด่างมันสำปะหลัง	การแก้ไขและปรับปรุง เพื่อสร้างแผนการปฏิบัติการที่ 2	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 2 กิจกรรม เรื่อง หนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry)			
2.1) การระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์	- นักเรียนบางส่วนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการ ตรวจสอบได้ เช่น “มีวิธีการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคใบด่างมัน สำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ Virus ได้อย่างไร” และ “ใช้สารสมุนไพรกำจัด virus ได้หรือไม่” - ส่วนนักเรียนส่วนใหญ่ระบุปัญหา แต่ไม่ใช่ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ได้ เช่น “ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย” และ “ระบบนิเวศ เสียความสมดุล” เป็นต้น	ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการระบุ ประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบให้ นักเรียน โดยใช้สื่อการสอน PowerPoint และยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจ	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เช่น “สารอะไรที่ช่วยป้องกันข้าวโพดจาก หนอนได้ ” และ “คลื่นไมโครเวฟสามารถ ฆ่าหนอนได้หรือไม่” “สารยับยั้งจากธรรมชาติส่งผลต่อวงจรชีวิต ของหนอนหรือไม่” และ “ทำไมข้าวโพดไม่สามารถต้านทาน หนอนกระทุ้งได้” เป็นต้น
2.2) การแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหา หรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง โรคใบ ด่างมันสำปะหลัง พบว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่า ปัญหาของตนเองสามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ แต่เป็นปัญหาที่เป็นภาพรวมส่วนมาก	ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกแยะ ได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนควรระบุนกรอบของปัญหาให้ แคบว่านี้	นักเรียนทุกกลุ่มการแยกแยะได้ว่าประเด็น ปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น
2.3) การเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ดี มีการแสดง แผนภาพในการแก้ปัญหา แต่มีบางกลุ่มที่ไม่อธิบาย รายละเอียดของขั้นตอนให้ชัดเจนและไม่ใช้ภาพในการ นำเสนอ ทำให้ผู้อ่านและผู้ฟังเข้าใจได้ยาก	ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนอธิบาย ขั้นตอนให้ละเอียดและเพิ่มภาพประกอบ เพื่อต่อการเข้าใจ	นักเรียนเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ การบันทึกผลการทดลองได้ละเอียดมากขึ้น และมีภาพประกอบทำให้ผู้อ่านและผู้ฟัง เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์  
พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 1 กิจกรรม เรื่อง โรบอต่างมันสำปะหลัง	การแก้ไขและปรับปรุง เพื่อสร้างแผนการปฏิบัติการที่ 2	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 2 กิจกรรม เรื่อง หนอนกระทุ้งข้าวโพดหลายจุด
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry)			
2.4) การประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	นักเรียนนำเสนอการประเมินการวิธีการแก้ปัญหาโดยให้ นักเรียนระบุข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหา ซึ่ง นักเรียนให้คำตอบได้ดี แต่ไม่หลากหลาย โดยนักเรียน ทุกกลุ่มมองในมุมของด้านเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม เท่านั้น	ผู้วิจัยเพิ่มบทบาทให้นักเรียน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม นักลงทุน และเกษตรกร เพื่อให้นักเรียนไข่มุมมองที่ หลากหลายในการประเมินมากขึ้น	นักเรียนแต่ละทุกกลุ่มมีการประเมินที่ หลากหลายมากขึ้น เช่น ด้านรายจ่ายของการ ทดลอง ด้านวิทยาศาสตร์ที่นำความรู้ด้านอื่น มาใช้ เช่น คลื่น และด้านสิ่งแวดล้อมและ สิ่งมีชีวิต ซึ่งนักเรียนคำนึงถึงระบบนิเวศ โดยรวมมากขึ้น เป็นต้น
2.5) การอธิบายและการประเมิน วิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย	นักเรียนทุกกลุ่มเขียนแหล่งที่มาไม่ถูกต้อง โดยนักเรียน เขียนสิ่งที่นักเรียนสืบค้น แต่ไม่ใช่แหล่งอ้างอิง เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต และงานวิจัย เป็นต้น เนื่องจากผู้วิจัย ไม่อธิบายการตอบคำถามให้ชัดเจน	ผู้วิจัยอธิบายการตอบคำถามการเขียน คำตอบให้ชัดเจน โดยนักเรียนต้องระบุชื่อ หนังสือ ชื่อเว็บไซต์ที่นักเรียนสืบค้นมา	นักเรียนทุกกลุ่มเขียนแหล่งที่มาได้ถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ และครูผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 เสนอแนะเพิ่มเติมว่า “ควรให้นักเรียนเขียน รูปแบบอ้างอิงที่ถูกต้อง ไม่ใช่เขียนแค่ชื่อ เว็บไซต์”

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ในแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (ต่อ)

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 1 กิจกรรม เรื่อง โรคใบด่างมันสำปะหลัง	การแก้ไขและปรับปรุง เพื่อสร้างแผนการปฏิบัติการที่ 2	ผลการปฏิบัติการวงจรที่ 2 กิจกรรม เรื่อง หนอนกระพู่ข้าวโพดลายจุด
สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)			
3.1) การแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอคล้ายกันโดยที่นักเรียนนำเสนอข้อมูลเป็นการเขียนบรรยายลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ตามข้อที่ผู้วิจัยกำหนด	ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย ไม่จำเป็นต้องเขียนบรรยาย	นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การทำโปสเตอร์ การสร้างบทบาทสมมติเพื่อนำเสนองาน และการใช้สื่อ PowerPoint ทำให้ผลงานของนักเรียนน่าสนใจมากขึ้น
3.2) การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ในวงจรที่ 1 นักเรียนเลือกวิธีที่คำนึงถึงผลกระทบด้านลบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้น้อย	ผู้วิจัยอธิบายแนวทางการเลือกวิธีการแก้ปัญหา และต้องใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด	นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น การใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่อยู่ในธรรมชาติ ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม การใช้สัตว์กำจัดสัตว์ ซึ่งไม่ใช่สารเคมีในการฆ่า ทำให้ไม่มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
3.3) การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	เช่น การเผา การตัดต่อพันธุกรรม เป็นต้น ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลไม่ดีเท่าที่ควร		
3.4) การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานอื่น	นักเรียนนำข้อมูลหรือแนวทางแก้ปัญหาจากเว็บไซต์ที่ไม่ได้รับการรับรองจากองค์กรที่เชื่อถือได้ ทำให้แนวทางที่นักเรียนเลือกอาจไม่สามารถแก้ปัญหาได้จริง	ผู้วิจัยชี้ให้นักเรียนเห็นว่าข้อมูลที่นักเรียนเลือกใช้มีความสำคัญในการใช้วิเคราะห์ผล เนื่องจากผลที่น่าเสนอมีการรับรองจากองค์กรที่น่าเชื่อถือ และนำมาปรับใช้แก้ปัญหาได้จริง	นักเรียนเลือกใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับ มากกว่าข้อมูลที่เขียนขึ้นในเวปไซต์หรือบล็อกที่มีผู้สร้างขึ้นมา
3.5) การประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสารและงานวิจัย เป็นต้น	นักเรียนบางกลุ่ม เลือกข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือได้ เช่น งานวิจัย หนังสือ วารสาร เป็นต้น แต่นักเรียนบางกลุ่มเลือกแหล่งข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือเท่าที่ควร เช่น วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี พันทิปดอกทอม เป็นต้น	ผู้วิจัยอธิบายความสำคัญในการเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยแหล่งข้อมูลที่ดีทำให้วิธีการออกแบบของนักเรียนสามารถยอมรับได้	นักเรียนทุกกลุ่มเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น เช่น วารสารของกรมการเกษตร งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร เว็บไซต์ของมหาลัย เป็นต้น

หลังจากที่ผู้วิจัยเสร็จสิ้นการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ในแต่ละวงจร การปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบประเมิน โดยใช้ Google form ซึ่งให้นักเรียนดำเนินการทำแบบประเมิน โดยให้นักเรียนถ่าย QR code และทำแบบวัด เจตคติต่อการจัดเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชา ชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

##### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically Competencies) 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically; SC1) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry; SC2) และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically; SC3) ซึ่งวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนในค่าของร้อยละ และเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ประเมินของ กุสริตา ชนาภิมุข (2560, น.99-100) ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically Competencies)								ระดับการรู้ วิทยาศาสตร์
	SC1		SC2		SC3		คะแนนรวม		
	คะแนน เฉลี่ย	%	คะแนน เฉลี่ย	%	คะแนน เฉลี่ย	%	คะแนน เฉลี่ย	%	
ก่อนเรียน	1.92	47.92	6.88	68.75	4.21	38.26	13	52	3
หลังเรียน	3.04	76.04	8.54	85.42	8.50	77.27	20.08	80.33	5



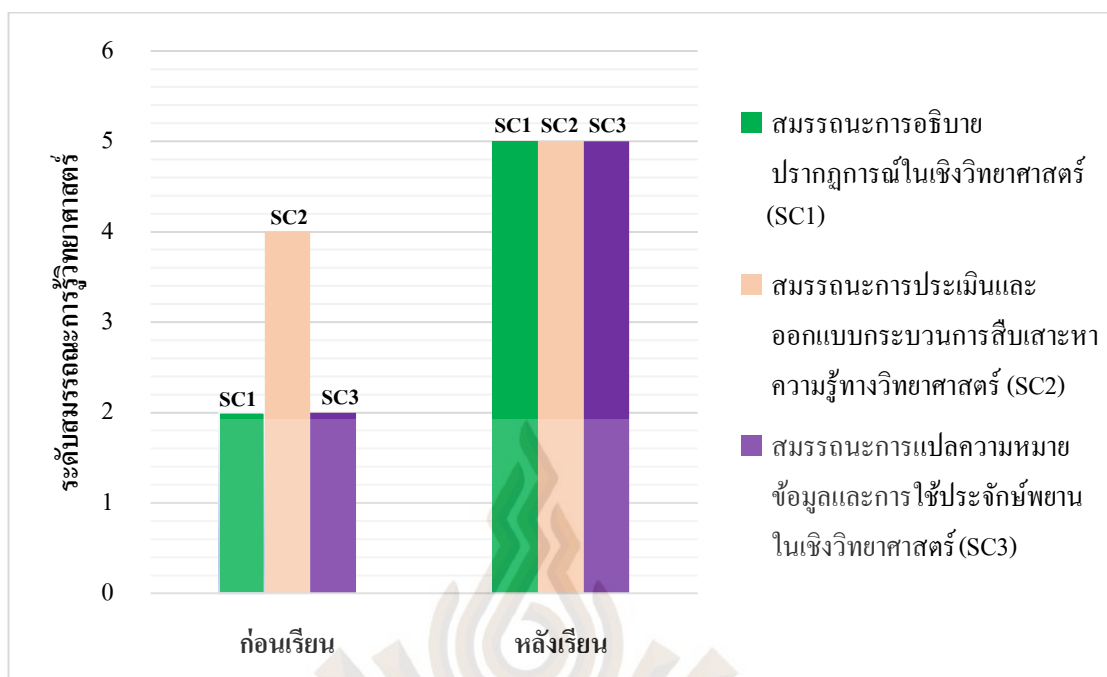
จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ (SC1) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนได้ 1.92 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.92 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนได้ 3.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.04 พบว่าคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 (SC1) เฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 1.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.12 ส่วนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC2) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ของนักเรียนได้ 6.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.75 และคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนของนักเรียนได้ 8.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.42 พบว่าคะแนนสมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์ที่ 2 (SC2) เฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 1.66 คะแนน คิด เป็นร้อยละ 16.67 และสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (SC3) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนได้ 4.21 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 38.26 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนได้ 8.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.27 พบว่าคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 (SC3) เฉลี่ยของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 4.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 39.01 และผลคะแนนรวม สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนได้ 13 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52 เปรียบเทียบกับระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวม นักเรียนอยู่ในระดับ 3 และผลคะแนนรวมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนได้ 20 คะแนนจากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.33 เปรียบเทียบกับระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมนักเรียนอยู่ในระดับ 5 นักเรียนมีผลคะแนนรวม สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้น 7.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.32 และผลระดับ การรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้น 2 ระดับ

จากการศึกษาคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีผลคะแนนสมรรถนะ การรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะมากกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนรวมเฉลี่ยก่อนเรียนมากกว่าร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ระดับหนึ่ง และหลังจาก ที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่า คะแนนรวมเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าร้อยละ 80 และผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนเช่นเดียวกัน โดยก่อนเรียนระดับการรู้วิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนคือ 3 ซึ่งเป็นระดับการรู้

วิทยาศาสตร์มากกว่าระดับพื้นฐาน (ระดับที่ 2) เนื่องจากโรงเรียนแห่งนี้เน้นการเรียนทางด้าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และทักษะ กระบวนการในระดับสูงกว่าพื้นฐาน และนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่าระดับการรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอีก 2 ระดับ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนได้

#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละกับเกณฑ์ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของกุลธิดา ชนาภิมุข (2560, น.99-100) ซึ่งผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและอ้างอิงจากองค์การเพื่อความร่วมมือ และการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development; OECD) ซึ่งเป็นผู้จัดโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Program for International Student Assessment หรือ PISA) 2015 (OECD, 2016, pp.44-45) แบ่งระดับประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับ ได้แก่ ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 6 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 5 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 4 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1a และระดับการ รู้วิทยาศาสตร์ที่ 1b สรุปผลการวิเคราะห์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังรูปที่ 4.3



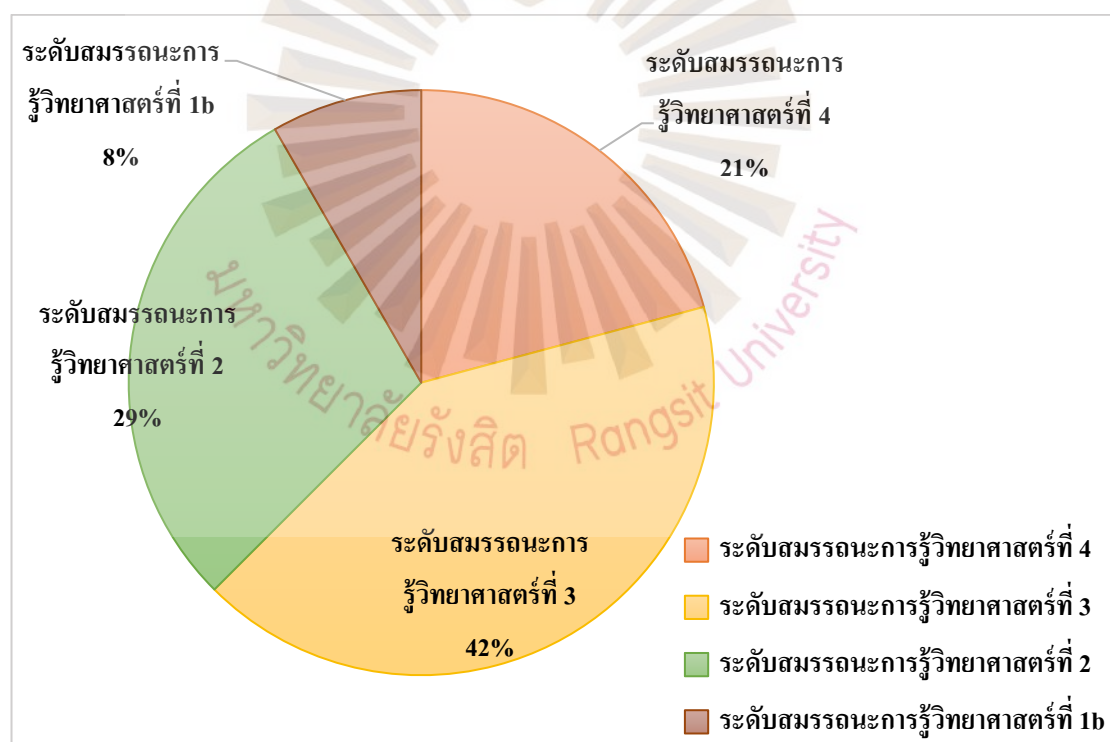
รูปที่ 4.3 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากรูปที่ 4.3 แสดงผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (SC1) ก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 2 และผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 หลังเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 5 พบว่าระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 3 ระดับ เมื่อเทียบกับผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ส่วนผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC2) ก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 4 และผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 หลังเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 5 พบว่าระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 1 ระดับ เมื่อเทียบกับก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (SC3) ก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 2 และผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 หลังเรียนอยู่ในระดับสมรรถนะที่ 5 พบว่าระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 หลังเรียนเพิ่มขึ้น 3 ระดับ เมื่อเทียบกับก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

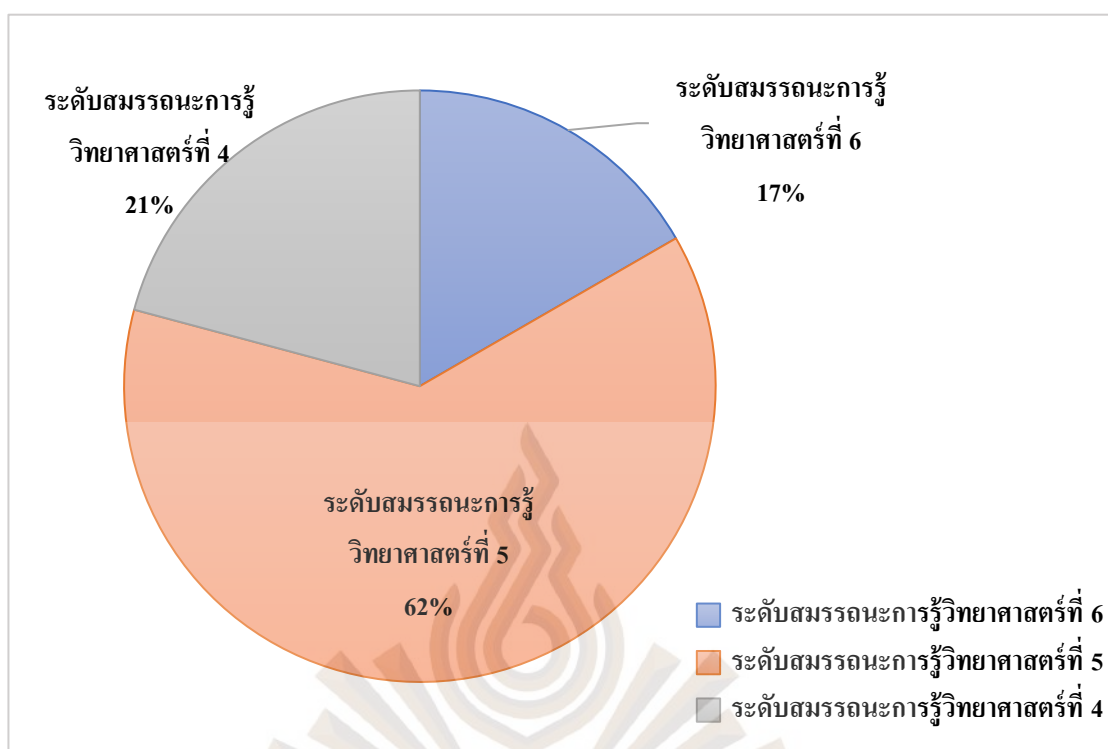
จากการศึกษาระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่าสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงขึ้น 3 ระดับ โดย ระดับสมรรถนะทั้ง 2 สมรรถนะก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับพื้นฐาน (ระดับที่ 2) เมื่อ

นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าระดับสมรรถนะทั้ง 2 สมรรถนะของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น 3 ระดับ โดยอยู่ในระดับที่ 5 ซึ่งเป็นระดับที่เกือบสูงที่สุด ในส่วนของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้น 1 ระดับ เนื่องจากผลระดับสมรรถนะก่อนเรียนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในระดับที่ 4 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง เพราะหลักสูตรของโรงเรียนเน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อผลิตนักวิทยาศาสตร์และนักนวัตกรรม ดังนั้นนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมากตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก พบว่านักเรียนมีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน



รูปที่ 4.5 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน

จากรูปที่ 4.4 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวนทั้งหมด 24 คน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนที่มีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 4 จำนวน 5 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21 ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 3 จำนวน 10 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 42 ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 2 จำนวน 7 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29 และระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 1b จำนวน 2 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 8 โดยจำนวนนักเรียนมีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 3 มากที่สุด รองลงมา ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 2 ลำดับต่อมา ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 4 และระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 1b เป็นลำดับสุดท้าย ส่วนรูปที่ 4.5 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวนทั้งหมด 24 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนที่มีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 6 จำนวน 4 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 17 ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 5 จำนวน 15 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 62 และระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 4 จำนวน 5 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21 โดยจำนวนนักเรียนมีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 5 มากที่สุด รองลงมา ระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 4 และระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ระดับ 6 เป็นลำดับสุดท้าย

จากการศึกษาพบว่า ก่อนที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์มี 4 ระดับ ได้แก่ 4 3 2 และ 1b โดยระดับ 1b เป็นระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ต่ำที่สุด ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 8 อยู่ในระดับนี้ แต่เมื่อวิเคราะห์ผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า ผลระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ 6 5 และ 4 โดยระดับที่ 6 เป็นระดับที่สูงที่สุด ซึ่งมีนักเรียนที่อยู่ในระดับนี้ร้อยละ 17 กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น 3 ระดับ โดยนักเรียนมีการใช้หรือสร้างตัวแบบการอธิบายข้อมูลได้ดี การนำเสนอข้อมูลของนักเรียนใช้แผนภาพและรูปภาพเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้มากขึ้น รวมไปถึงการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้โดยตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะนี้เพิ่มขึ้น 1 ระดับ โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเสนอวิธีการในการแก้ปัญหาที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมไปถึงนักเรียนสามารถประเมินข้อมูลจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อใช้ข้อมูลในการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในสมรรถนะนี้เพิ่มขึ้น 1 ระดับ โดยนักเรียนสร้างรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น การทำโปสเตอร์ การทำอะนิเมชัน การแสดงบทบาทสมมติ และการใช้เทคโนโลยีในการสร้างผลงานการนำเสนอ เป็นต้น รวมไปถึงการใช้เหตุผลหรือหลักฐานในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล เพื่อลงข้อสรุปงานของตนเอง และเลือกข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก สามารถพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ สิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanapimuk, Sawangmek, and Nangngam (2018) ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้ออกแบบทดสอบเพื่อประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ออกคล้ายข้อสอบ PISA พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีพัฒนาการสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนของแต่ละสมรรถนะของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน (Collaboration) แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิตในสังคมและคิดถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการเรียนรู้ทางการเรียน ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการเรียนรู้ทางการเรียน ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้วิธีการหาค่า Normalized gain หรือ ค่า  $\langle g \rangle$  ที่คำนวณได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) และการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) ซึ่งค่า Normalized gain แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังต่อไปนี้

“High gain” หมายถึงได้ค่า  $\langle g \rangle \geq 0.7$

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

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

#### 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายชั้น

ผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้รายชั้นเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายชั้นเรียน ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนนักเรียน	% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum possible gain	Normalized gain
24	28.13	74.80	46.67	71.87	0.65

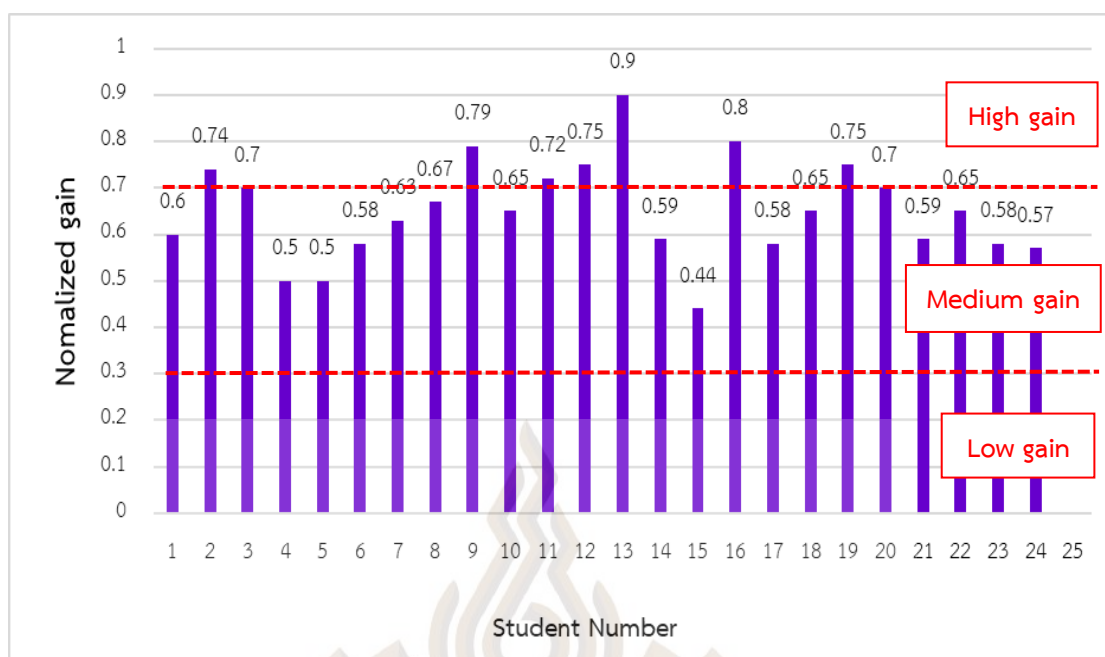
จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายชั้นเรียน ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ก่อนเรียน (% Pre-test) คิดเป็นร้อยละ 28.13 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมก่อนเรียนมีค่า 5.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้หลังเรียน (% Post-test) คิดเป็นร้อยละ 74.80 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมก่อนสอบมีค่า 14.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของคะแนนเฉลี่ยที่เป็นร้อยละหลังเรียนและก่อนเรียน มีค่าร้อยละ 46.67 ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) คิดเป็นร้อยละ 71.87 และเมื่อกำหนดค่าเฉลี่ย Normalized gain หรือ ค่า <math>g</math> เท่ากับ 0.65 ซึ่งผลการเรียนรู้ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)

การวิเคราะห์พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายชั้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยการวิเคราะห์ค่า Normalized gain ได้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสร่วมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริง และจดจำเนื้อหาวิชาชีววิทยาได้ในระยะยาว รวมไปถึงได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามที่มีความซับซ้อนได้ถูกต้อง

#### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ทางการเรียนรายบุคคล

ผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คนได้ผลดังรูปที่ 4.6





รูปที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน

จากรูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก พบว่านักเรียนจำนวน 9 คน จากทั้งหมด 24 คน มีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลในระดับสูง (High gain) ซึ่งคะแนนความแตกต่างหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนที่มีค่า Normalized gain มากกว่าหรือเท่ากับ 0.7 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 จำนวนนักเรียนที่ผลการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ซึ่งคะแนนความแตกต่างหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนที่มีค่า Normalized gain อยู่ระหว่าง 0.3 - 0.7 มีจำนวน 15 คน จากทั้งหมด 24 คน คิดเป็นร้อยละ 62.5 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำ (Low gain) ซึ่งคะแนนความแตกต่างหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนที่มีค่า Normalized gain น้อยกว่า 0.3

เมื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคล พบว่านักเรียนส่วนมากมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง และมีบางส่วนที่มีผลการเรียนรู้ในระดับสูง แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น โดยนักเรียนจำนวน 23 คน มีค่า Normalized gain ไม่น้อยกว่า 0.50 แต่มีนักเรียนคนที่ 15 ได้ค่า Normalized gain เท่ากับ 0.44 ซึ่งต่ำกว่านักเรียนผู้อื่น ผู้วิจัยตรวจสอบคะแนนผลการเรียนรู้ของ

นักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนอีกครั้ง พบว่าคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนได้ 4 คะแนนและคะแนนหลังเรียนได้ 11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60 ตามจุดประสงค์ของโรงเรียน และผู้วิจัยเข้าไปสอบถามนักเรียนถึงปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่านักเรียนเป็นตัวแทนของโรงเรียนในการแข่งขันระดับประเทศ ซึ่งนักเรียนใช้เวลาในการเข้าร่วมการแข่งขันจำนวน 3 วันก่อนวันทดสอบ ทำให้นักเรียนไม่ได้ทบทวนเนื้อหาได้เท่าที่ควรและไม่มีความพร้อมในวันสอบ เนื่องจากความเหนื่อยล้าและความเครียดสะสมจากการแข่งขัน ดังนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนสอบใหม่อีกครั้งในอาทิตย์ต่อไป นักเรียนได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบหลังเรียนครั้งแรก แต่ผู้วิจัยเลือกใช้คะแนนหลังเรียนในการสอบครั้งแรกในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในวิชาชีววิทยาและจดจำได้ในระยะยาว รวมไปถึงความกระตือรือร้น และการใส่ใจต่อการเรียนในวิชาชีววิทยามากขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรินทร์ บัวสิน (2561) ศึกษาผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนจำนวนร้อยละ 76 มีผลคะแนนผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมไปถึงนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนกับความรู้อื่นๆ ทางด้านเทคโนโลยี ประเด็นสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาชีววิทยาและมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุธารา ชานูจิต (2559) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE เสริมด้วยแบบสต่อรีไลน์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมไปถึงนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนในห้องเรียนและสามารถเชื่อมโยงในชีวิตจริงได้

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำแบบประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการเรียนรู้ หลังการทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์และหลังการทำแบบวัดผลการเรียนรู้ ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก มาวิเคราะห์แต่ละด้านและรายชื่อ ดังตารางที่ 4.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับเจตคติแต่ละด้านของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก

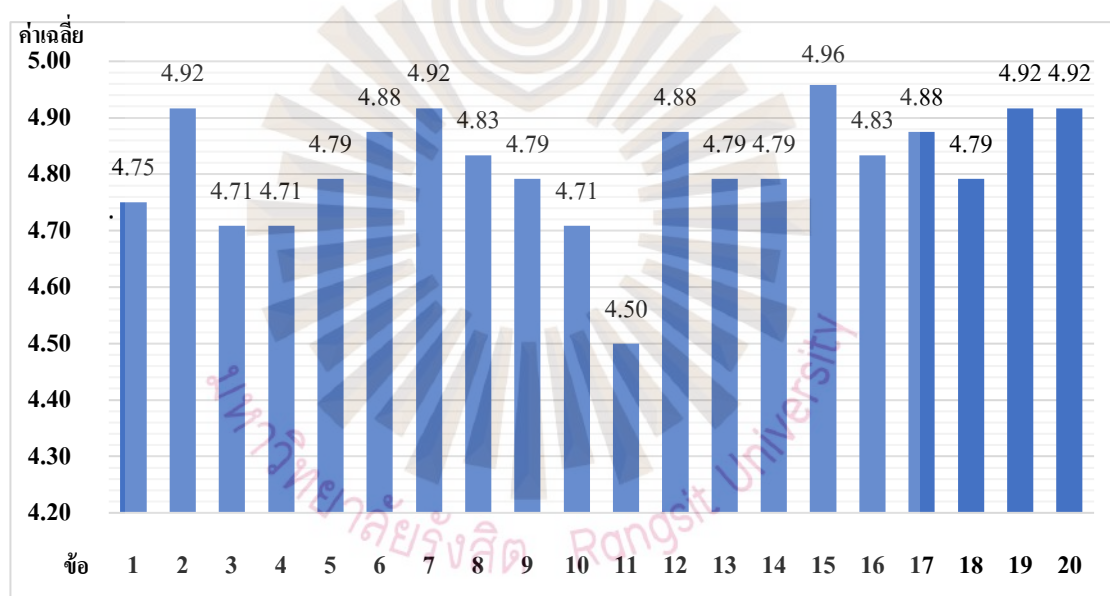
ด้าน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
ด้านสาระการเรียนรู้	4.78	0.37	เห็นด้วยมากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.77	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
ด้านผู้เรียน	4.85	0.47	เห็นด้วยมากที่สุด
ด้านผู้สอน	4.87	0.36	เห็นด้วยมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.82	0.41	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 ผู้วิจัยพิจารณาแต่ละด้านพบว่า นักเรียนเห็นด้วยในด้านผู้สอนที่ระดับเหมาะสมที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.87 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือด้านผู้เรียน โดยมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 ด้านสาระการเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยมีค่า 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 ตามลำดับ

กล่าวคือผู้สอนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้และการเรียนรู้ของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถขอคำแนะนำเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากครูผู้สอนได้โดยตรง โดยผู้สอนสร้าง

บรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ค้นคว้าหา คำตอบด้วยตนเอง และได้ฝึกการวิเคราะห์และสังเคราะห์มากขึ้น ส่วนด้านกิจกรรมการเรียนรู้เป็น ด้านที่นักเรียนที่ความพึงพอใจน้อยที่สุด เนื่องจากเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ดำเนินกิจกรรมน้อยเกินไป นักเรียนได้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้น้อย รวมไปถึงการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ชีวิตวิทยาส่วนใหญ่จัดในรูปแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนปรับตัวไม่ทันและบริหารจัดการเวลาในการ ร่วมกิจกรรมได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ผู้วิจัยพิจารณาและวิเคราะห์รายละเอียดของคะแนนค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระการเรียนรู้ (ข้อที่ 1 - 5) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ (ข้อที่ 6 - 11) ด้านผู้เรียน (ข้อที่ 12 - 15) และด้านผู้สอน (ข้อที่ 16 - 20) โดยมีจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์รายข้อของระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

จากรูปที่ 4.7 เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์รายละเอียดของค่าคะแนนเฉลี่ยได้แต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา ของด้านสาระการเรียนรู้ (ข้อที่ 1 -5) พบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน

(ข้อที่ 2) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.92 รองลงมาคือเนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน (ข้อที่ 5) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.79 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน (ข้อที่ 1) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 และนักเรียนเห็นว่าสามารถนำความรู้ในบทเรียนไปอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ (ข้อที่ 3) และเนื้อหาที่เรียนเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (ข้อที่ 4) โดยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.71

ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา ของด้านกิจกรรมการเรียนรู้ (ข้อที่ 6 -11) พบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความน่าสนใจ(ข้อที่ 7) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.92 รองลงมาคือสื่อการเรียนรู้มีความทันสมัยและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน (ข้อที่ 6) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.88 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (ข้อที่ 8) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.83 นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (ข้อที่ 9) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.79 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม (ข้อที่ 10) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.71 และนักเรียนเห็นว่าระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม (ข้อที่ 11) มีความเหมาะสมน้อยที่สุด โดยค่าเฉลี่ยคือ 4.50

ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา ของด้านผู้เรียน (ข้อที่ 12-15) พบว่า นักเรียนเห็นด้วยว่ามีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของตนเองในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม(ข้อที่ 15) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.96 รองลงมาคือ การนำปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น (ข้อที่ 12) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.88 และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น (ข้อที่ 13) และการเรียนจากประสบการณ์จริง ทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้อีกมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.79

ระดับเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา ของด้านผู้สอน (ข้อที่ 16-20) พบว่า นักเรียนเห็นด้วยว่าผู้สอนใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์มากขึ้น (ข้อที่ 19) และให้คำแนะนำได้ เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา (ข้อที่ 20) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.92 รองลงมาคือ ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการ

ค้นคว้า และได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ (ข้อที่ 17) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.88 และผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ (ข้อที่ 16) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.83 และผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ โดยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.79

ด้านข้อเสนอแนะของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ข้อเสนอแนะว่าควรเพิ่มเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และการทำกิจกรรม ทั้งในขั้นตอนการสืบค้นและการนำเสนองาน รวมไปถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และในห้องเรียน

เมื่อวิเคราะห์ผลเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รายข้อ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีเจตคติที่ดีด้านผู้เรียนสูงที่สุด โดยนักเรียนที่โอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเองในทุกขั้นตอนของกิจกรรม (ข้อที่ 15) ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยได้ข้อมูลมาจากหลายแหล่งที่มา และได้มีการฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและไตร่ตรองข้อมูลที่ได้รับ กล่าวคือนักเรียนเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมากขึ้น อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวกับระยะเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป ในขั้นตอนการสืบค้นและขั้นตอนการตัดสินใจ (ข้อที่ 11) ทำให้นักเรียนมีเวลาในการแสดงความคิดเห็นน้อยและไม่ครบถ้วนสำหรับนักเรียนทุกคน

ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ในระดับดีมาก เนื่องจากครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้และนักเรียนได้มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง แต่ควรบริหารจัดการเวลาในการทำกิจกรรมให้ดี

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน พบว่า

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสร้างความรู้ความสนใจ การเลือกสถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาใช้ในการทำกิจกรรมเป็นสถานการณ์ที่มีผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสถานการณ์หรือปัญหาที่เลือกมีความใกล้กับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อสร้างความสนใจและความตระหนักเกี่ยวกับผลกระทบจากปัญหา เช่น วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหา “โรคใบด่างมันสำปะหลัง” ซึ่งเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่ให้ความสนใจเท่าที่ควร แต่วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหา “हनอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด” ซึ่งข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจ โดยส่งออกอันดับที่ 1 ของไทย (ณ ตอนที่ทำงานวิจัย) ดังนั้น นักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามต่อไป และการสร้างความหลากหลายในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีการวิเคราะห์ปัญหาได้ตรงประเด็น เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยไม่กำหนดบทบาทหรือมุมมองในการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาให้

หลากหลาย ทำให้นักเรียนไม่กระตือรือร้นในการวิเคราะห์ แแต่จรงปฏิบัติกาที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาในมุมมองต่าง ๆ เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อมเกษตรกรและนักลงทุน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและอยากสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น รวมไปถึงนักเรียนมีโอกาสในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป รวมไปถึงการอธิบายจุดประสงค์การทำกิจกรรมและแนวทางการตอบคำถามในใบกิจกรรมต้องมีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย เพื่อให้นักเรียนมีกระบวนการคิดและแนวทางในการคิดวิเคราะห์ที่ถูกต้อง เช่น ในวงจรงปฏิบัติกาที่ 1 ผู้วิจัยไม่ได้อธิบายจุดประสงค์และขั้นตอนการร่วมกิจกรรมให้ชัดเจน ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจและวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของผู้วิจัย แต่จรงปฏิบัติกาที่ 2 ผู้วิจัยอธิบายจุดประสงค์และขั้นตอนในการทำอย่างละเอียด ทำให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์และขั้นตอนในการร่วมกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนสืบค้น การอธิบายคำถามแต่ละข้อในใบกิจกรรมมีความสำคัญต่อกระบวนการสืบค้นของนักเรียน โดยผู้วิจัยต้องอธิบายแนวทางการตอบคำถาม พร้อมยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ที่ตรงประเด็นหรือใกล้เคียงกับจุดประสงค์ของผู้วิจัยมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายในการสืบค้นข้อมูลที่ถูกต้องและพัฒนาทักษะการสืบเสาะของนักเรียนได้มากที่สุด เช่น วงจรงปฏิบัติกาที่ 1 ผู้วิจัยไม่อธิบายรายละเอียดของคำถามแต่ละข้อ ทำให้นักเรียนใช้เวลามากเกินไปในการสืบค้นข้อมูลและบางกลุ่มทำใบงานไม่เสร็จ แต่จรงปฏิบัติกาที่ 2 ผู้วิจัยอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนสืบค้นได้ตรงประเด็นและลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งทำให้ข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาได้และการกำหนดบทบาทและหน้าที่ให้นักเรียน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม นักลงทุนและเกษตรกร ทำให้นักเรียนมีมุมมองและแนวทางแก้ปัญหาได้หลากหลายมากขึ้น รวมไปถึงนักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในกระบวนการสืบค้นข้อมูลมากขึ้น เนื่องจากบทบาทหน้าที่ที่ผู้วิจัยกำหนดมีหลักการวิเคราะห์สถานการณ์แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนสนุกและให้ความร่วมมือกับการทำกิจกรรมมากขึ้น และผู้วิจัยควรอธิบายเกี่ยวกับแต่ละบทบาทและหน้าที่ให้ชัดเจน เช่น วงจรงปฏิบัติกาที่ 1 ผู้วิจัยไม่มีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของนักเรียน ทำให้แนวทางแก้ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียว แต่จรงปฏิบัติกาที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดบทบาทของนักเรียน ทำให้นักเรียนสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและผู้วิจัยควรอธิบายรายละเอียดของบทบาทหน้าที่แต่ละส่วนให้ชัดเจน ซึ่งถ้าผู้วิจัยอธิบายให้ชัดเจน นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการสืบเสาะได้ตรงประเด็นและถูกต้อง



ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการระดมความคิด การจัดการเวลาในการระดมความคิดของกิจกรรมมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากสมาชิก แต่ละกลุ่มต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเอง เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และต้องออกแบบการนำเสนอในรูปแบบที่ผู้ฟังสามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้รูปภาพ การใช้บทบาทสมมุติ การใช้แผนผังมโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนต้องใช้เวลอย่างน้อย 40 นาทีในขั้นตอนนี้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อพัฒนางานของตนเองให้ดีที่สุด รวมไปถึงการออกแบบการนำเสนอที่มีความหลากหลายและมีความน่าสนใจ ซึ่งสามารถสร้างความเข้าใจและความสนใจแก่ผู้ฟัง และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้นได้ร่วมกัน และการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายในการสร้างชิ้นงาน เช่น คอมพิวเตอร์ ไอแพด (iPad) โปรแกรมและแอปพลิเคชัน (Application) ต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความสนใจมากขึ้นในการออกแบบการนำเสนอ และนักเรียนได้มีโอกาสในการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ รวมไปถึงผลงานที่นักเรียนออกแบบนั้นมีความหลากหลาย แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากด้านต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ในหลายสาขาวิชา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ การให้ความสำคัญและความสนใจต่อผู้นำเสนองานหน้าชั้นเรียนมีความสำคัญต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องรับฟังและแสดงความคิดเห็นต่องานของเพื่อน เพื่อให้เกิดกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับและลงข้อสรุปของห้องเรียน เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดของห้องเรียน เช่น วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนไม่ให้ความสำคัญต่อการนำเสนอของเพื่อนเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่นได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมเกี่ยวกับการทำเสนอของเพื่อน ทำให้นักเรียนทุกคนใส่ใจในการนำเสนอ และยกมือถามข้อสงสัย ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการวิเคราะห์และได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง รวมไปถึงการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมากขึ้น

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก ทำให้นักเรียนมีความสนใจในวิชาชีววิทยามากขึ้น นักเรียนให้ความสำคัญแก่การเรียนภายในห้องเรียนที่ผู้สอนนำเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงกับความรู้ในห้องเรียน นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการวิเคราะห์

ประเด็นปัญหาในมุมมองที่หลากหลาย ค้นหาและรวบรวมข้อมูล ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและทำให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้ในระยะยาว รวมไปถึงนักเรียนมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองและรับฟังแนวคิดของผู้อื่น ทำให้นักเรียนได้สรุปความคิดเห็นร่วมกัน และที่สำคัญนักเรียนคำนึงถึงผลของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการใหม่ที่กระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้น ผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีเจตคติที่ดีในการเรียน

### 5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยออกแบบใบกิจกรรมตามสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจัดการเรียนรู้ตามแผนการสอน โดยให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ในสังคมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องศึกษาสถานการณ์ดังกล่าวเพื่อกำหนดปัญหาที่สามารถตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกแบบวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ระบุข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทำให้นักเรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนต้องรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกการระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการค้นหาข้อมูลและตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงออกแบบการนำเสนอผลงานของตนเองโดยใช้เทคโนโลยีให้เป็นประโยชน์ เช่น วิดีทัศน์ โปรแกรม PowerPoint เป็นต้น นักเรียนให้ความสนใจและความร่วมมือในการหาคำตอบเนื่องจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยเลือกมาเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและใกล้ตัวนักเรียน รวมไปถึงนักเรียนมีความตระหนักและคิดถึงผลกระทบของแนวทางแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนมีผลการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

### 5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการเรียนรู้ทางการเรียน ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

ผลการเรียนรู้ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐาน การวิจัยข้อที่ 2 เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) ในการเรียนรู้ โดย ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ซึ่งครูผู้สอนต้องเลือกประเด็นปัญหา ในสังคมหรือเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเหตุการณ์ที่เลือกนั้น ควรเกิดขึ้นจริงใน ชีวิตประจำวันและใกล้กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก เพื่อนำมาสร้างกิจกรรมในห้องเรียนและเป็นการสร้างความสนใจในการเริ่มต้น ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประยุกต์ใช้ ในการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม และเพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงการ เสนอแนวทางแก้ปัญหาที่มีผลกระทบทางด้านลบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด กล่าวคือ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากหลายสาขาวิชาเข้า ด้วยกัน เช่น ฟิสิกส์ เคมี คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นต้น เพื่อประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์สิ่ง ใหม่ให้เกิดขึ้นด้วยตนเอง และที่สำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาชีววิทยาได้ในระยะยาว

#### 5.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ซึ่งผลระดับเจตคติต่อ การจัดการเรียนรู้สูงกว่าสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ เนื่องจากผู้สอนใช้คำถามนำในการจัดการเรียนรู้ทำ ให้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ในการหาคำตอบมากขึ้น รวมไปถึงการให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาหรือคำถาม รวมไปถึงผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการสืบ เสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้ผลระดับเจตติด้านผู้สอนมีคะแนนสูงที่สุด กล่าวได้ว่าผู้สอนมีความสำคัญต่อการ เรียนรู้ของนักเรียนมากที่สุด โดยจัดให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ (Student Center) ทำใ้ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัทรา วิษาเหล็ก (2559) เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหาร พบว่าหลังจากจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นักเรียนมีเจตคติที่ดี

และพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยด้านครูผู้สอนมีผลคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากครูเป็นผู้มีบทบาทในการดำเนินการจัดการเรียนรู้และเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง ต่อมาด้านที่นักเรียนเห็นด้วยรองลงมาคือด้านผู้เรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้อธิบายและอภิปรายในสิ่งที่นักเรียนคิด ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ รวมไปถึงผู้วิจัยเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นความสำคัญในการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกมากขึ้น เนื่องจากเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนและสามารถนำความรู้ในบทเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์หรือสถานการณ์ชีวิตประจำวัน และทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้อย่างแท้จริง รวมไปถึงมีความจำระยะยาวของเนื้อหาในบทเรียนวิชาชีววิทยา และปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียนคือ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้สื่อที่เหมาะสม และมีความทันสมัยในการจัดการเรียนรู้ การทำกิจกรรมเป็นกลุ่มโดยนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน ต้องช่วยเหลือกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้ลดความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนที่มีการเรียนรู้ที่รวดเร็วจะเป็นผู้อธิบายให้นักเรียนที่มีการเรียนรู้ช้าเข้าใจได้เอง และทำให้นักเรียนเกิดความเห็นอกเห็นใจ เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในอนาคตของนักเรียน และตระหนักถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมต่อไป เมื่อพิจารณาข้อที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องของการจัดการเวลาของผู้วิจัย พบว่าระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร นักเรียนต้องการเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนเพิ่มเติม โดยเฉพาะขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนมีความสนใจในการรับฟังแนวทางแก้ปัญหาของผู้อื่นและนำเสนอแนวคิดของตนเอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน

## 5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

5.2.1 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ทำการวิจัยมีภาระงานของโรงเรียนในปริมาณมาก ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องทำโครงการและสร้างนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอผลงานของตนเองที่ประชุมวิชาการหลายครั้ง ซึ่งกำหนดโดยอัตลักษณ์และข้อกำหนดของโรงเรียน เป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างผลงานได้จริงหรือทำการทดลองได้จริง ซึ่งถ้านักเรียนได้สร้างผลงานหรือทำการทดลองเพิ่มเติม จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพตนเองได้มากขึ้น

5.2.2 นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาเชิงลึกกว่าโรงเรียนทั่วไป ทำให้มีเวลาในการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมน้อย ถ้าหากมีเวลาในการเรียนมากขึ้น จะทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและระดมสมองในการสร้างผลงานได้มากขึ้น

5.2.3 การวิจัยครั้งนี้ประเด็นความแตกต่างของเพศไม่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และกิจกรรม

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ควรนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันซึ่งมีผลต่อการดำเนินชีวิตของนักเรียน สังคมหรือสิ่งแวดล้อม โดยไม่ควรนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมานานหรือมีวิธีแก้ปัญหาที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2) ควรชี้แจงรายละเอียด บทบาทและขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน โดยผู้สอนควรระบุในสื่อการสอน หรือใบกิจกรรม และอธิบายให้นักเรียนฟังในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์และวิธีการทำกิจกรรมอย่างชัดเจน

3) ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอปัญหาที่นอกจากร้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นบทบาทที่สำคัญต่อสังคมและพบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเกษตร เศรษฐกิจ การเมือง วิศวกรรมศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการแพทย์ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาและสังเกตบริบทของโรงเรียน และนักเรียนที่ต้องการทำวิจัยเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบรูปแบบการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ต้องสอดคล้องกับหลักสูตรของโรงเรียน รวมไปถึงใบกิจกรรมภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน

2) ควรใช้เวลาแก่นักเรียนมากพอสมควรในการทำกิจกรรม เช่น การสืบค้นข้อมูล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การระดมสมอง และการนำเสนอ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์และการรับฟังข้อมูลที่ใช้ในการต่อยอดผลงานของตนเองได้มากขึ้น

3) ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาศักยภาพหรือสมรรถนะด้านอื่น ๆ ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์และมีทักษะในการทำงานและดำเนินชีวิตต่อไปในอนาคต



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุลธิดา ชนาภิมุข. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (Master's thesis)*. สืบค้นจาก [http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2019\\_02\\_05\\_14\\_58\\_08.pdf](http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2019_02_05_14_58_08.pdf)
- คณะกรรมการพัฒนาโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. (2560). *หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2560*. สืบค้นจาก <http://61.7.241.230/curriculum/>
- จิระวรรณ เกษสิงห์. (2562). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์: วิธีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ชวนพิศ คณะพัฒน์, ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, มนัส บุญประกอบ, และประสงค์ เมธิพิณิตกุล. (2559, สิงหาคม). *ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหานำทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. การประชุมวิชาการของมหาลัษราชภัฏนครสวรรค์. สืบค้นจาก <http://gs.nsruc.ac.th/NSRUNC/research/pdf/11.pdf>
- ณพัฑฒอร บัวจูน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2559). *สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวดวิชาศึกษาทั่วไป*. *วารสารวิจัยและพัฒนา* โดย *องค์กร* ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 11(2), 97-109.
- ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2548). *STS: แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม*. สงขลา: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธีระ กุลสวัสดิ์. (2558). การหาคูณภาพของเครื่องมือในการวิจัย. ชลบุรี: การจัดการความรู้ คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีระ ช้างแดง, เสาร์รัตน์ ภัทรฐิตินันท์, และภาณุ ตรัยเวช. (2557). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้, 5(2), 137-145.
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology and Society-STS Model). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 14(3), 29-48.
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(186), 40-43.
- นิธิรัตน์ อาโยวงษ์, และวิมล สาราญวานิช. (2554). การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006) เพื่อศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(4), 21-28.
- บุญชุม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พงศธร มหาวิทยาลัย. (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 46(209), 40-45.
- พลุ โปธิ์มัน. (2557). การใช้โครงงานเป็นพื้นฐานส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ จุลกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดปทุมธานี (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.



## บรรณานุกรม (ต่อ)

- พัชรินทร์ บัวสิน. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัย รังสิต, ปทุมธานี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, และเพยาว์ ยินดีสุข. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, และเพยาว์ ยินดีสุข. (2560). สอนเด็กทำโครงการ สอนอาจารย์ทำวิจัย ปฏิบัติการในชั้นเรียน แนวทางสร้างคนไทย 4.0 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ. (2557). การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาณาจักรสิ่งมีชีวิตของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม ผน ว ก กับ ป ริ ช ญ า ของ เ ส ร ช ฐ ก ิจ พ อ เ พื ย ง (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มณีนรัตน์ แทนพรพมา, และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (2558). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่องสารนาโนในชีวิตประจำวันที่มีต่อการ คิดวิเคราะห์ และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ ปริญญา, 26(3), 267-278.
- วรวรรณ พันธุ์ปรีดา, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น, และสุรเดช ศรีทา. (2560, กุมภาพันธ์). มั่นจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นจาก [https://kukr.lib.ku.ac.th/proceedings/index.php?KUCON/search\\_detail/result/367111](https://kukr.lib.ku.ac.th/proceedings/index.php?KUCON/search_detail/result/367111)
- ศศิเทพ ปิติพรเทพ. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทรปราการ: บอัสส์การพิมพ์.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *คู่มือการอบรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการในห้องเรียน เล่ม 1 สำหรับครูผู้นำการเปลี่ยนแปลง*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560ก). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560ข). *ประเด็นหลักและนัยทางการศึกษาจาก PISA 2015: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสพับลิเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560ค). *PISA กับประเทศไทย: ความจริงที่ต้องยอมรับ*. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2017-18/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสพับลิเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 4(1), 55-63.
- สิริรัตน์ เทียงดี, และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2555) *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาจิตสาธารณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (Master's thesis). สืบค้นจาก สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- สุณิสา คงคาลัย, และปณิตตา วรรณิการ์. (2562). *เอกสารประกอบการเรียนวิชา กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยา 2 (Plant Anatomy and Physiology II)*. ปทุมธานี: โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สุภัทรา วิชาเหล็ก. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 (Unpublished Master's thesis). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- สุริยวดี นีกรักษ์, อัญชลี สิริกุลขจร, และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2559). การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal* บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 9(2), 1322-1333.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2555). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุธารา ชานูชิต. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เสริมด้วยการสอน แบบสตอรี่ไลน์ ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ในการประชุมวิชาการระดับชาติครูศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21 (น. 343-352). กาฬสินธุ์: มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพิกา ประ โมจรรย์. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันนี้. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *เกษตรกรยุคใหม่ เพื่ออนาคตประเทศไทย*. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th/th/publication/11252-new-age-farmers-future-thailand>
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2561). *กิจกรรมจัดทำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบธุรกิจ: งานพัฒนาองค์ความรู้สำหรับ SME (Knowledge Center)*. สืบค้นจาก [http://www.sme.go.th/upload/mod\\_download/download-20181005060126.pdf](http://www.sme.go.th/upload/mod_download/download-20181005060126.pdf)

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- อุไรวรรณ ไชยช่วย, และประยุทธ์ ศรีวิไล. (2558). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์*, 5(1), 55-69.
- Aikenhead, G. (2003). STS Education: A Rose by Any other Name. In R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: Routledge Press.
- Bencze, L. (2012). *STSE Education*. Retrieved from <http://www.webspace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html>
- Chanapimuk, K., Sawangmek, S., & Nangngam, P. (2018). Using Science, Technology, Society, and Environment (STSE) Approach to Improve the Scientific Literacy of Grade 11 Students in Plant Growth and Development. *Journal of Science Learning*, 2(10), 14-20.
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Bogenholz, S. (2015). Enhancing Decision-Making in STSE Education by Inducing Reflection and Self-Regulated Learning. *Research in Science Education*, 47(1), 95-118.
- Inoue, N. (2015). *Beyond Action: Psychology of Action Research for Mindful Educational Improvement*. New York: Peter Lang.
- Lau, K. (2013). Impacts of a STSE high school biology course on the scientific literacy of Hong Kong student. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-25.
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academic Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework; Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy*. Paris: Author.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework; Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: Author.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2019). *OECD Skill Outlook 2019: Thriving in a Digital World*. Paris: Author.
- Richardson, G., & Blades, D. (2001). *Social Studies and Science Education: Developing World Citizenship Through Interdisciplinary Partnerships*. Retrieved from [http://www2.education.ualberta.ca/css/Css\\_35\\_3/ARDeveloping\\_worldcitizenship.htm](http://www2.education.ualberta.ca/css/Css_35_3/ARDeveloping_worldcitizenship.htm)
- Robert, E. Y. (2007). STS Requires Changes in Teaching. *SAGE Journals*, 27(5), 386-390.
- Solomon, J., & Aikenhead, G. S. (1994). *STS education international perspectives on reform*. New York: Teacher's College Press.
- Yalaki, Y. (2016). Improving university student's science-technology-society-environment competencies. *International Journal of Progressive Education*, 12(1), 90-98.
- Yoruk, N., Morgil, I., & Secken, N. (2010). The effects of science, technology, society and environment (STSE) interaction on teaching chemistry. *Natural science*, 2(12), 1417-1424. doi: 10.4236/ns.2010.212173
- Zhang, T., Asher, E., Zhang, M., & Yang, J. (2017). Thinking about Science: Understanding the Science, Technology, Society and Environment Education of Canada. *International Journal of Education and Social Science*, 4(2), 15-20.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ และครูผู้ช่วยวิจัย



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาวัฒน์ จรินทร์ชนันต์  
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ (ชีวเคมี)  
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
2. ดร.ชัชชญา พิระธรณิศร์  
 อาจารย์ประจำหลักสูตร หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา  
 มหาวิทยาลัยรังสิต
3. นางวไลภรณ์ อรรถศิริ  
 ครูชำนาญการพิเศษ ระดับ 3 ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาขาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี

### รายนามครูผู้ช่วยวิจัย

1. นางสาวสุนิสา คงคาลัย  
 ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาขาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี
1. นางสาวพรพรรณ โฉมวงษ์  
 ครูผู้ช่วยประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 สาขาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี



ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา  
เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอก						
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1 อธิบายโครงสร้าง หน้าที่และชนิดของดอก ได้	1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
	3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก						
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
2.1 อธิบายกระบวนการ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ของ พืชดอกได้	5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ผลและชนิดของผล						
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3.1 อธิบายโครงสร้างของ ผลได้	8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	10	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	11	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา  
เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เมล็ด การงอกและดัชนีการงอกของเมล็ด และปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด						
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4.1 อธิบาย โครงสร้าง ของเมล็ดได้	12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.2 อธิบายกระบวนการ และรูปแบบการงอก	13	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
4.3 อธิบายปัจจัยการงอก ของเมล็ด	15	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
	16	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช						
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
5.1 อธิบายการสืบพันธุ์ แบบไม่อาศัยเพศ และการขยายพันธุ์พืช	17	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	18	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	19	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
	20	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.1 ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
2	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.5 อธิบายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
6	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ 1.1 ระบุ ใช้และสร้างตัวแบบหรือตัวแทน ข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
11	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณา จากหลักฐานอื่น	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
12	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
13	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ 1.2 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.1 ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
2	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.5 อธิบายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ข.3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
6	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.3 ระบุนิยามพื้นฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ 1.1 ระบุนิยามและสร้างตัวแบบหรือตัวแทน ข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ตารางที่ ข.3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
11	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณา จากหลักฐานอื่น	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
12	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ ทาง วิทยาศาสตร์	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
13	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ 1.2 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย

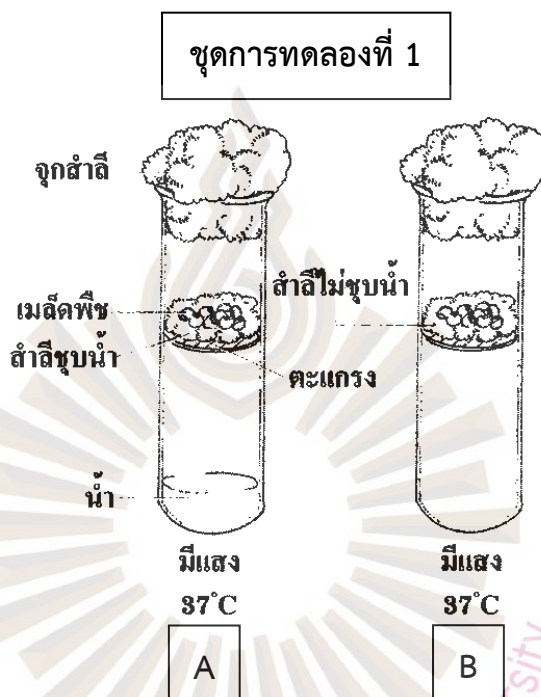
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

**คำชี้แจง** จงเขียนอธิบายคำตอบลงในช่องว่าง หรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

นาย ก ทำการทดลองที่ 1 โดยนำเมล็ดพืชใส่ในหลอดทดลองสภาพแวดล้อมต่างกัน เพื่อศึกษาว่า  
เมล็ดพืชจะงอกหรือไม่



**คำถามข้อที่ 1** นาย ก ตั้งปัญหาในการศึกษาการทดลองที่ 1 ว่าอย่างไร

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
1 คะแนน	น้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อเมล็ดพืชหรือไม่ หรือน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่
0 คะแนน	ตอบคำถามที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

**คำถามข้อที่ 2** จากการทดลองที่ 1 ของนาย ก ให้นักเรียนระบุตัวแปรต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 2.1 ตัวแปรต้น คือ.....
- 2.2 ตัวแปรตาม คือ.....
- 2.3 ตัวแปรควบคุม คือ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
3 คะแนน	ตัวแปรต้น คือ น้ำ ตัวแปรตาม คือ การงอกของเมล็ดพืช ตัวแปรควบคุม คือ ชนิดของเมล็ดพืช จำนวนเมล็ดพืช อากาศ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับการทดลองนี้
2 คะแนน	นักเรียนตอบไม่ถูกต้อง 1 ข้อ
1 คะแนน	นักเรียนตอบไม่ถูกต้อง 2 ข้อ
0 คะแนน	ตอบไม่ถูกต้องทั้ง 3 ข้อ หรือ ไม่ตอบ

**คำถามข้อที่ 3** นักเรียนจงอธิบายว่าเหตุใดนาย ก จึงต้องใช้การทดลอง 2 ชุด ได้แก่ ชุด A และ ชุด B  
ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
2 คะแนน	ชุด A เป็นชุดควบคุมการทดลอง เพื่อตรวจสอบการงอกในสถานะที่มีปัจจัย ในการงอกของเมล็ดสมบูรณ์ ชุด B เป็นชุดที่ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวกับการงอกของเมล็ดหรือน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ดหรือไม่
1 คะแนน	นักเรียนตอบถูกต้องบางส่วน
0 คะแนน	ตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบ

นางสาว ข ทำการทดลองเพาะเมล็ดจากแหล่งที่มา 3 แหล่ง แหล่งละ 100 เมล็ด

เมื่อนางสาว ข เพาะเมล็ดครบ 7 วัน ได้ผลการทดลองดังตาราง

เมล็ดพันธุ์	จำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน						
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
แหล่ง A	0	0	21	20	30	18	0
แหล่ง B	0	0	30	32	40	3	0
แหล่ง C	0	18	36	40	8	6	0

คำถามข้อที่ 4 จากข้อมูลข้างต้น เพราะเหตุใดนางสาว ข จึงเลือกใช้เมล็ดพืชจาก 3 แหล่ง ในการทดลองเพาะเมล็ด

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
1 คะแนน	เพื่อตรวจสอบแหล่งของเมล็ดพันธุ์พืชที่หลากหลาย ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน
0 คะแนน	ตอบคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 5 จากผลการทดลอง ให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในรูปแบบภูมิแท่ง แสดงจำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวันจากแหล่งเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุชื่อแกนให้ถูกต้อง

การให้คะแนน	คำตอบ
3 คะแนน	วาดแผนภูมิแท่งถูกต้อง และระบุชื่อแกนแนวนอนและแนวตั้งถูกต้อง
2 คะแนน	วาดแผนภูมิแท่งถูกต้อง แต่ระบุชื่อแกนแนวนอนหรือแนวตั้งไม่ถูกต้อง
1 คะแนน	วาดแผนภูมิแท่งได้ถูกต้องบางส่วน และระบุชื่อแกนแนวนอนหรือแนวตั้งไม่ถูกต้อง
0 คะแนน	วาดแผนภูมิแท่งไม่ถูกต้อง และระบุชื่อแกนทั้งแนวตั้งและแนวนอน ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

**คำถามที่ 6** ให้นักเรียนคำนวณค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชจากแหล่ง A B และ C เป็นเท่าใด

แหล่ง A

.....

แหล่ง B

.....

แหล่ง C

.....

การให้คะแนน	คำตอบ
3 คะแนน	ตอบถูกทั้ง 3 แหล่ง คือ ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชจากแหล่ง A เท่ากับ 21 ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชจากแหล่ง B เท่ากับ 26.5 ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชจากแหล่ง C เท่ากับ 33.6
2 คะแนน	ตอบถูก 2 แหล่ง หรือไม่ตอบ 1 ข้อ
1 คะแนน	ตอบถูกเพียง 1 แหล่ง หรือไม่ตอบ 2 ข้อ
0 คะแนน	ตอบผิดทั้ง 3 แหล่ง หรือไม่ตอบทั้ง 3 ข้อ

**คำถามที่ 7** นางสาว ข ควรเลือกเมล็ดพืชเพื่อปลูกจากแหล่งใด

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
1 คะแนน	เมล็ดพันธุ์ของแหล่ง C
0 คะแนน	เมล็ดพันธุ์ของแหล่ง A หรือ B หรือไม่ตอบ

**คำถามข้อที่ 8** เพราะเหตุใดนางสาว ข จึงเลือกแหล่งของเมล็ดพันธุ์ดังกล่าว

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
2 คะแนน	เนื่องจากค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด แสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงที่สุด
1 คะแนน	ตอบถูกเพียงบางส่วน
0 คะแนน	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

“ชาวบ้านกล่าวว่าเมล็ดพันธุ์จากแหล่งที่นักเรียนเลือกเป็นแหล่งที่ไม่มีชื่อเสียงและเปิดจำหน่ายได้ไม่นาน ไม่ควรซื้อเมล็ดพันธุ์จากแหล่งดังกล่าว”

**คำถามข้อที่ 9** จากข้อโต้แย้งข้างต้นของเกษตรกร นางสาว ข ควรใช้หลักฐานใดประเมินข้อโต้แย้งดังกล่าวว่าถูกต้องหรือไม่

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
2 คะแนน	หลักฐานจากการคำนวณค่าดัชนีการงอก ถ้าค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงที่สุด
1 คะแนน	ตอบถูกเพียงบางส่วน
0 คะแนน	ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

### สถานการณ์ เพลี้ยไฟทำลายข้าว

กลุ่มงานอารักขาข้าว ศูนย์วิจัยข้าวเชิงรายนกล่าวว่าพบเพลี้ยไฟตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบข้าวที่ยังอ่อน ซึ่งสร้างความเสียหายแก่พื้นที่ปลูกข้าวมากกว่า 100 ไร่

เพลี้ยไฟ (Bagnall) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stenchaetohrips biformis* เป็นแมลงจำพวกปากดูดโดยเพลี้ยไฟตัวเมียจะวางไข่ (Egg) เป็นฟองเดี่ยว ใช้เวลาในการฟักตัว 3-4 วันต่อมา เจริญเติบโตเป็น ตัวอ่อน (Larva) ระยะเวลา 4-5 วัน ต่อมาเจริญเติบโตเป็นดักแด้ (Pupa) ใช้ระยะเวลา 3-5 วัน และเจริญเติบโตกลายเป็นตัวเต็มวัย (Adult)

ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=i2OKQ-ofT34>

**คำถามข้อที่ 10** ให้นักเรียนนำข้อมูลการเจริญเติบโตของเพลี้ยไฟมาออกแบบแผนภูมิแบบต่อเนื่องของวงจรชีวิตเพลี้ยไฟให้ถูกต้อง



การให้คะแนน	คำตอบ
2 คะแนน	ออกแบบแผนภาพได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน
1 คะแนน	ออกแบบแผนภาพได้ถูกต้องบางส่วน หรือเขียนรายละเอียดไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	ออกแบบแผนภาพไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ



“ชาวนาใช้สารอิมิดาโคลพรีด (*imidacloprid*) เป็นสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มนีโอนิโคตินอยด์ โครงสร้างคล้ายสารนิโคทีน (*nicotine*) โดยออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท มีการรบกวนระบบสื่อประสาท ในแมลง โดยแมลงที่ได้รับยาฆ่าแมลงนี้จะเฉื่อยชา อ่อนแรง หยุดกินอาหาร และตาย ถ้าหากมีการใช้สารนี้เป็นเวลานานจะเกิดการสะสมและแพร่กระจายออกไปในสิ่งแวดล้อม ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต” ที่มา: <http://oldweb.pharm.su.ac.th/chemistry-in-life/d041.html>

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้มีการโต้แย้งเกี่ยวกับสารกำจัดแมลง ดังนี้

นักวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า สารอิมิดาโคลพรีด หากมีการใช้ในปริมาณมาก สารนี้จะตกค้างในดินเป็นเวลา 4 ปี พบว่าสามารถสะสมในห่วงโซ่อาหารและในสัตว์น้ำ มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตตายได้	บริษัทผลิตสารกำจัดแมลง กล่าวว่า สารอิมิดาโคลพรีด มีพิษต่อมนุษย์ และสัตว์เลือดอุ่นต่ำกว่าแมลง ทำให้มีผลจำเพาะเจาะจงต่อแมลงมากกว่า	แพทย์ในพื้นที่ กล่าวว่า ผู้ป่วยที่ได้รับสารอิมิดาโคลพรีด มีอาการเหนื่อยล้า เชื่องซึม กระตุก เป็นตะคริว กล้ามเนื้ออ่อนแรง รวมทั้งกล้ามเนื้อ ที่ช่วยในการหายใจ ทำให้หายใจขัด
--	--	--

คำถามข้อที่ 11 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานมาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือมาจากคำกล่าวอ้างจากแหล่งอื่น โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อความ	หลักฐานมาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	หลักฐานมาจากคำกล่าวอ้างอื่น
11.1 สารอิมิดาโคลพรีดมีผลต่อระบบประสาทของสิ่งมีชีวิต		
11.2 แมลงตายเมื่อได้รับสาร สารอิมิดาโคลพรีด		
11.3 ชาวบ้านที่บริโภคสัตว์น้ำ ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณที่มีการใช้สารอิมิดาโคลพรีด จะมีอาการกล้ามเนื้อกระตุก		

การให้คะแนน	คำตอบ
3 คะแนน	ตอบถูกทั้ง 3 ข้อ คือ 11.1 หลักฐานมาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 11.2 หลักฐานมาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 11.3 หลักฐานมาจากคำกล่าวอ้างอื่น
2 คะแนน	ตอบถูก 2 ข้อ หรือไม่ตอบ 1 ข้อ
1 คะแนน	ตอบถูกเพียง 1 ข้อ หรือไม่ตอบ 2 ข้อ
0 คะแนน	ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ หรือไม่ตอบทั้ง 3 ข้อ

“นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า สารอิมิดาโคลพริด สามารถนำไปฆ่าหัดในสัตว์เลี้ยงได้ เช่น สุนัข และแมว เป็นต้น ซึ่งมีการเตรียมในรูปแบบพิเศษโดยเฉพาะสำหรับทาที่หลังคอ”

**คำถามข้อที่ 12** ถ้านักเรียนต้องการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ คำถามใดที่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ได้” หรือ “ไม่ได้” ในแต่ละข้อ

ข้อความ	สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
12.1 สารอิมิดาโคลพริดมีผลต่อระบบประสาทของสัตว์เลี้ยงหรือไม่	ได้ / ไม่ได้
12.2 สารอิมิดาโคลพริดนำเข้ามาจากประเทศอะไร	ได้ / ไม่ได้
12.3 ปริมาณของสารอิมิดาโคลพริดเท่าไร ที่ทำให้หัดตาย	ได้ / ไม่ได้
การให้คะแนน	คำตอบ
3 คะแนน	ตอบถูกทั้ง 3 ข้อ คือ 12.1 สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 12.2 ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 12.3 สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2 คะแนน	ตอบถูก 2 ข้อ หรือไม่ตอบ 1 ข้อ
1 คะแนน	ตอบถูกเพียง 1 ข้อ หรือไม่ตอบ 2 ข้อ
0 คะแนน	ตอบผิดทั้ง 3 ข้อ หรือไม่ตอบทั้ง 3 ข้อ

**คำถามข้อที่ 13** นักเรียนจะให้คำแนะนำกับเกษตรกรอย่างไร เพื่อไม่ให้เกษตรกรใช้สารอิมิดาโคลพริด กำจัดแมลง

ตอบ.....

การให้คะแนน	คำตอบ
2 คะแนน	สารอิมิดาโคลพริดเป็นสารกำจัดแมลงที่ทำลายระบบประสาทของแมลง หากมีสารนี้ตกค้างในสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้นจะได้รับสารนี้เข้าไปในร่างกาย ทำให้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอีกด้วย หรืออธิบายสอดคล้องกับคำตอบ
1 คะแนน	อธิบายสอดคล้องแค่บางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	อธิบายไม่สอดคล้อง หรือไม่ตอบ

แบบวัดผลการเรียนรู้ทางการเรียนในรายวิชาวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

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

เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

**ตอนที่ 1** จงกากบาทคำตอบที่ถูกต้องลงให้กระดาษคำตอบ

จากภาพตอบคำถามข้อ 1



1. ดอกไม้ในภาพหมายเลขใดเป็นดอกไม้สมบูรณ์ (incomplete flower) แต่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower)

ก. หมายเลข 1

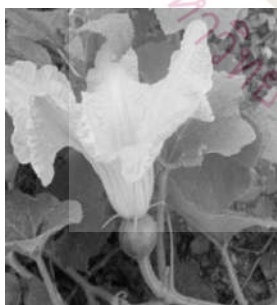
ข. หมายเลข 2

ค. หมายเลข 3

ง. หมายเลข 4

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค

2. จากภาพ ดอกฟักทองจัดเป็นดอกตามข้อใด



ก. perfect flower, inferior ovary

ข. incomplete flower, epigynous flower

ค. incomplete flower, hypogynous flower

ง. imperfect flower, perigynous flower

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

3. ดอกทานตะวันจัดเป็นดอกชนิดใด เพราะเหตุใด

ก. ดอกช่อ เพราะบนฐานรองดอกมีดอกเล็ก ๆ จำนวนมากอยู่รวมกันมีก้านชูดอกรวม

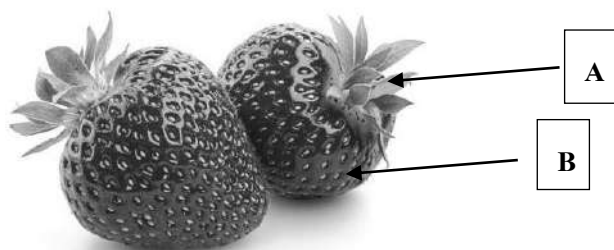
ข. ดอกเดี่ยว เพราะมีกลีบดอก 1 ชุดบนฐานรองดอก

ค. ดอกเดี่ยว เพราะหนึ่งก้านดอกมีดอกเพียงดอกเดียว

ง. ดอกช่อ เพราะมีรังไข่จำนวนมากเชื่อมติดกัน

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

4. จากภาพ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับผลดังกล่าว



1. เกิดจากดอกเดี่ยว ที่มีหลายรังไข่
2. เกิดจากดอกเดี่ยว ที่มีรังไข่เดี่ยว
3. A เปลี่ยนแปลงมาจากกลีบดอก
4. B เปลี่ยนแปลงมาจากฐานรองดอก

ก. 1, 4

ข. 2, 3

ค. 1, 2, 3

ง. 1, 2, 3, 4

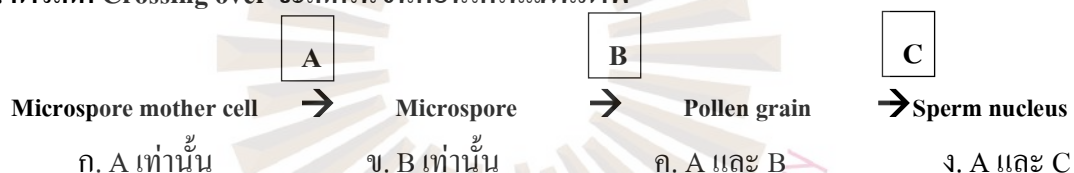
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

6. เซลล์หรือโครงสร้างใดต่อไปนี้มีจำนวนโครโมโซมเป็น  $n$ ,  $2n$  และ  $3n$  ตามลำดับ

- ก. Egg, Synergid และ Megaspore mother cell
- ข. Microspore, Cotyledon และ Endosperm
- ค. Sperm, Polar Nuclei และ Megaspore
- ง. Microspore Mother Cell, Embryo และ Endosperm

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

7. การเกิด Crossing over จะเกิดในขั้นตอนใดในแผนภาพ



ก. A เท่านั้น

ข. B เท่านั้น

ค. A และ B

ง. A และ C

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

8. เซลล์ในข้อใดบ้างเป็นเซลล์ที่เข้าสู่กระบวนการปฏิสนธิซ้อนโดยตรง

1. Sperm nucleus
2. Tube nucleus
3. Generative nucleus
4. Endosperm
5. Synergid
6. Polar nuclei
7. Antipodal
8. Egg

ก. 1, 6 และ 8

ข. 2, 3 และ 8

ค. 2, 3, 4 และ 8

ง. 4, 6, 7 และ 8

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

9. ส่วนประกอบของมะพร้าวส่วนใดที่พัฒนามาจากการผสมของ Sperm nucleus กับ Polar nuclei

1. เนื้อมะพร้าว
2. กะลามะพร้าว
3. จาวมะพร้าว
4. กาบมะพร้าว
5. น้ำมะพร้าว

ก. 3

ข. 4 และ 5

ค. 1 และ 2

ง. 1 และ 5

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง

10. เนื้อผลที่รับประทานได้ชนิดใดที่ไม่ได้เจริญมาจากส่วนของผนังรังไข่

- ก. พัก บวบ                      ข. พุทรา มะม่วง                      ค. ส้มโอ แตงโม                      ง. ชมพู ลำไย

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง

11. ข้อใดเรียงลำดับผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวม ได้ถูกต้องทั้งหมด

- ก. ลำไย สับปะรด สตอเบอร์รี่                      ข. ทูเรียน น้อยหน่า ขนุน  
ค. สตอเบอร์รี่ ลิ้นจี่ ขนุน                      ง. เงาะ ขนุน สักปะรด

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

12. นาย ข พบพืชชนิดหนึ่งในสวนหลังบ้าน มีลักษณะดอกเป็นดอกเดี่ยว สมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจำนวนมากใน 1 ดอก เมื่อเวลาผ่านไปนาย ข พบว่าพืชชนิดนี้ติดผลมีลักษณะเป็นลูกเล็ก ๆ เรียงกันบนก้านประมาณ 8-10 ลูก พืชชนิดนี้จัดเป็นผลชนิดใด

- ก. Simple fruit  
ข. Multiple fruit  
ค. Aggregate fruit  
ง. Perfect fruit

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค

13. ส่วนของถั่วลิสงต้ม ข้าว และมะพร้าว ที่นำมารับประทานโดยตรงเป็นโครงสร้างใดตามลำดับ

- ก. ผล เมล็ด เนื้อผล  
ข. ใบเลี้ยง ผล เมล็ด  
ค. เอนโดสเปิร์ม ใบเลี้ยง ใบเลี้ยง  
ง. เมล็ด เอนโดสเปิร์ม เอนโดสเปิร์ม

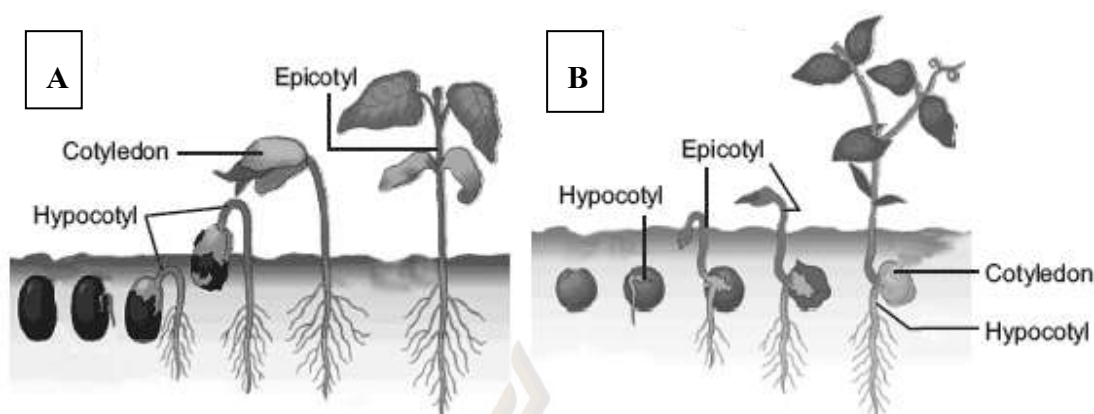
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง

14. เนื้อเยื่อบริเวณใดของเอ็มบริโอของพืชที่มีบทบาทมากที่สุดในการเริ่มต้นทำให้เมล็ดเริ่มงอกเป็นต้นกล้า (1) และถ้านำเมล็ดถั่วดำมาเพาะในกระบะดินจะพบการเจริญเติบโตเป็นอย่างไร (2)

- ก. Radicle (1) จะงอกออกมาก่อน เพื่อเจริญเป็นรากยึดติดและช่วยดูดน้ำและเกลือแร่ (2)  
ข. Radicle และ Hypocotyl (1) จะงอกออกมาพร้อมกัน เพื่อให้รากเจริญลงไปในดิน และต้นเจริญขึ้นไปในอากาศ  
ค. Epicotyl (1) จะงอกออกมาก่อน เพื่อชูลำต้นขึ้นไปในอากาศให้ได้รับแสง (2)  
ง. Radicle และ Hypocotyl (1) จะงอกออกมาก่อน แล้ว Radicle เจริญไปเป็นราก ส่วน Hypocotyl จะชูให้ใบเลี้ยงงอกขึ้นมาเหนือดิน (2)

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

15. การงอกของเมล็ดถั่วลันเตาเป็นไปตามภาพใด และเรียกรูปแบบการงอกนี้เป็นการงอกลักษณะใด



- ก. ภาพ B รูปแบบลักษณะการงอกของเมล็ด hypogeal germination  
 ข. ภาพ A รูปแบบลักษณะการงอกของเมล็ด hypergeal germination  
 ค. ภาพ B รูปแบบลักษณะการงอกของเมล็ด epigeal germination  
 ง. ภาพ A รูปแบบลักษณะการงอกของเมล็ด perigeal germination

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

16. สภาพแวดล้อมใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษามะล็ดพันธุ์พืชเขตร้อนส่วนใหญ่ไว้ให้มีชีวิตยาวนานที่สุด

- 1) ตู้เย็นธรรมดาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
- 2) ตู้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและมีออกซิเจน 10%
- 3) ตู้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและมีความชื้นน้อยกว่าปกติ
- 4) ตู้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและมีความชื้น 20% ขึ้นไป

- ก. 1) และ 2)                      ข. 1) และ 3)                      ค. 2) และ 3)                      ง. 2) และ 4)

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค

27. เกษตรกรเลือกวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พืช แสดงว่าเกษตรกรต้องการตรวจสอบในเรื่องใด

- ก. ตรวจสอบอายุของเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปปลูก  
 ข. ตรวจสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อเก็บไว้ปลูกในฤดูกาลถัดไป  
 ค. ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์เพื่อคัดเลือกเมล็ดที่ไม่แข็งแรงหรือเป็นโรคทิ้งไป  
 ง. เปรียบเทียบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จากหลายแหล่งที่มา

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

18. ต้นใดที่ไม่สามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยใบ

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| ก. ต้น โคมญี่ปุ่น     | ข. ต้นสนฉัตร    |
| ค. ต้นคว่ำตายหงายเป็น | ง. ต้นทองสามยาม |

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

19. การเชื่อมประสานเนื้อเยื่อของต้นพืชสองต้นเข้าด้วยกันเพื่อให้เจริญเติบโตเป็นต้นเดียวกัน และนิยมใช้เพื่อแก้ไขปัญหาคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชให้สามารถทนโรคได้มากขึ้นนั้น เป็นการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีใด

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ก. การปักชำราก | ข. การต่อกิ่ง   |
| ค. การตอนกิ่ง  | ง. การปักชำกิ่ง |

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข

20. ถ้านักเรียนมีต้นพันธุ์มะพร้าวที่มีรสชาติดี กลิ่นหอม เนื้อกรอบอยู่แล้ว แต่นักเรียนอยากเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์มะพร้าวให้มากขึ้นโดยที่ต้องการให้ต้นพันธุ์ใหม่ที่ได้ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพเหมือนต้นพันธุ์เดิมทุกประการและไม่กลายพันธุ์ นักเรียนควรใช้วิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

- |               |               |
|---------------|---------------|
| ก. การปักชำ   | ข. การติดตา   |
| ค. การทาบกิ่ง | ง. การตอนกิ่ง |

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ง

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติและสะท้อนผลการวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชา ว30262 ชีววิทยา 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปีการศึกษา 2562

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตของพืช

เรื่อง การรักษามะล็ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวปัทมา วรรณิการ

## 1. สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## 2. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบของเมล็ด การงอกของเมล็ด และปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

## 3. สาระสำคัญ

หลังการปฏิสนธิแล้วอวุล (ovule) แต่ละอันจะเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นเมล็ด (seed) ฝังใจจะเจริญไปเป็นผล (fruit) ห่อหุ้มเมล็ดไว้ แต่มีผลบางชนิดที่เจริญมาจากส่วนอื่นของดอก เช่น เจริญมาจากฐานรองดอก ได้แก่ ชมพู่ ทับทิม มะเดื่อ แอบเปิล หรืออาจจะมิกลึบเลี้ยงติดมาด้วย ได้แก่ ฝรั่ง ชมพู่ มังคุด

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้ (Knowledge)

นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบของเมล็ด การงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

##### ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

##### 1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 นักเรียนสามารถระบุ ใช้และสร้างตัวแบบ หรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

1.2 นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

##### 2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1 นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.2 นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3 นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2.4 นักเรียนสามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2.5 นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

##### 3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

3.2 นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

3.3 นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

3.4 นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากหลักฐานอื่น

3.5 นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสารและงานวิจัย เป็นต้น

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Affective)

1. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด
2. นักเรียนรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้อื่นในการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหา

### 5. สารการเรียนรู้

#### โครงสร้างของเมล็ด

เมื่อเกิดการปฏิสนธิโดยสเปิร์มนิวเคลียสตัวที่ 1 เข้าผสมกับไข่กลายเป็นไซโกต ส่วนสเปิร์มนิวเคลียสอีกตัวหนึ่งเข้าผสมกับโพลาร์นิวคลีโอไอเป็นโพรมาร์เอน โดสเปิร์มเซลล์ ต่อจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ไซโกตจะเจริญไปเป็นเอ็มบริโอ โพรมาร์เอน โดสเปิร์มเซลล์เจริญไปเป็นเอนโดสเปิร์มทำหน้าที่สะสมอาหาร ออวูลเจริญไปเป็นเมล็ด ส่วนรังไข่จะเจริญไปเป็นผล โดยเมล็ดมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดมักมีลักษณะหนาและเหนียวหรือแข็งเพื่อป้องกันอันตรายให้แก่ส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายใน นอกจากนี้ยังช่วยไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำภายในเมล็ดออกไปด้วย เปลือกหุ้มเมล็ดมี 2 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอก เรียกว่า เทสทา (testa) หนามและแข็ง ส่วนชั้นในเรียกว่า เทกเมน (tegmen) เป็นชั้นเยื่อบาง ๆ ที่ผิวของเปลือกมักมีรอยแผลเป็นเล็ก ๆ ซึ่งเกิดจากก้านเมล็ดหลุดออกไปเรียกรอยแผลนี้ว่า ไฮลัม (hilum) อยู่ใกล้ ๆ ไฮลัมมีรูเล็ก ๆ เรียกว่า ไมโครไพล์ (micropyle) ซึ่งเป็นทางเข้าของหลอดละอองเรณู (pollen tube) นั้นเอง

2. เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เกิดจากการผสมของสเปิร์มนิวเคลียสกับโพลาร์นิวคลีโอไอ ทำหน้าที่สะสมอาหารพวกแป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมันให้แก่เอ็มบริโอ พืชบางชนิด เช่น เมล็ดพวกธัญพืช กาแฟ มีการสะสมอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ แต่เมล็ดของพวกกะหล่ำ มะพร้าว หอม กระเทียม มีการสะสมอาหารในรูปไขมันเป็นส่วนใหญ่ เมล็ดพืชบางชนิด เช่น ถั่วแขก ถั่วลิสง เต้าหู้ เต้าเจี้ยว บั้ว ทานตะวัน พักทอง มะขาม เป็นต้น จะไม่พบเอนโดสเปิร์มเลยเนื่องจากใบเลี้ยงย่อยและดูดอาหารจากเอนโดสเปิร์มไปเก็บไว้ทำให้ใบเลี้ยงหนามาก ในพืชบางชนิด เช่น มะพร้าวตาล จะมีเอนโดสเปิร์มที่เป็นน้ำและเป็นเนื้อ ส่วนเป็นน้ำ เรียกว่า ลิกวิดเอนโดสเปิร์ม (liquid endosperm) ส่วนเป็นเนื้อ เรียกว่า โซลิดเอนโดสเปิร์ม (solid endosperm)

**3. เอมบริโอ (embryo)** เป็นส่วนของเมล็ดที่เจริญมาจากไซโกต การเจริญของเอมบริโอ เริ่มต้นด้วยการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสครั้งแรกได้ 2 เซลล์ คือ เซลล์ที่อยู่ด้านล่างอยู่ติดกับ รูไมโครไพล์ (micropyle) เรียกว่า **เซลล์เบซอล (basal cell)** และเซลล์ที่อยู่ทางด้านบน เรียกว่า **เซลล์อะพิกอล (apical cell)** เซลล์ที่อยู่ด้านล่างจะแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์ขึ้นเรียกว่า **ซัสเพนเซอร์ (suspensor)** ทำหน้าที่ยึดเอมบริโอ ส่วนเซลล์ที่อยู่ด้านบนจะแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็วและอยู่ทางด้านบนของซัสเพนเซอร์ ต่อมาจะมีการเปลี่ยนแปลงของเอมบริโอไปเป็นเนื้อเยื่อและส่วนต่าง ๆ ของเอมบริโอดังนี้

**3.1 ใบเลี้ยง (cotyledon)** พืชใบเลี้ยงคู่มีใบเลี้ยงสองใบ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีใบเลี้ยงเพียงใบเดียว และมักจะเรียกว่า **สคิวเทลลัม (scutellum)** ใบเลี้ยงมีหน้าที่ในการย่อยและดูดซึมสารอาหารจากเอนโดสเปิร์มเพื่อนำไปเลี้ยงเอมบริโอ ในพืชบางชนิด เช่น ฝักรู้ง ใบเลี้ยงจะดูดอาหารจากเอนโดสเปิร์มมาเก็บไว้ทำให้ใบเลี้ยงมีขนาดหนาและใหญ่และไม่มีเอนโดสเปิร์ม แต่พืชบางชนิดอาหารสะสมอยู่ในเอนโดสเปิร์มเนื่องจากใบเลี้ยงไม่ได้ย่อยมาเก็บไว้ ใบเลี้ยงจึงมีลักษณะแบนและบาง ใบเลี้ยงนอกจากจะช่วยในการสะสมและให้อาหารแก่เอมบริโอแล้วใบเลี้ยงช่วยป้องกันไม่ให้เอมบริโอที่อยู่ข้างในบอบสลายเมื่อมีการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นด้วย

**3.2 ลำต้นอ่อน (caulicle)** ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) **เอพิกอทิล (epicotyl)** เป็นส่วนของเอมบริโอที่อยู่เหนือใบเลี้ยงขึ้นไปในส่วนปลายของเอพิกอทิลจะมียอดอ่อน (**pulmule**) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (shoot apical meristem) เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดนี้จะแบ่งตัวและเจริญต่อไปเป็นยอด ใบ ดอก และลำต้นของพืช

2) **ไฮโปคอทิล (hypocotyl)** เป็นส่วนของเอมบริโอที่อยู่ใต้ใบเลี้ยงลงมา

3) **แรดิเคิล (radicle)** เป็นส่วนที่อยู่ปลายสุดของไฮโปคอทิล ส่วนปลายของแรดิเคิลจะอยู่ที่รูไมโครไพล์ เมื่อเมล็ดงอกจะเจริญไปเป็นรากแก้ว (tap root) หรือรากสามัญ (primary root) เอมบริโอของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพวกหญ้าและข้าวจะมีกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อหุ้มคลุ่มส่วนของยอดอ่อน เรียกว่า **คอลีออปไทล์ (coleoptile)** และเนื้อเยื่อหุ้มคลุ่มส่วนของแรดิเคิล เรียกว่า **คอลีออไรซา (coleorhiza)** เนื้อเยื่อทั้งสองชนิดนี้จะช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เอมบริโอ คือ ส่วนของยอดอ่อนและส่วนของแรดิเคิลเมื่อมีการงอกเกิดขึ้น

**มะพร้าว** ส่วนของผลประกอบด้วยคือ เพอริคาร์พซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย เปลือกมะพร้าว คือ เอกโซคาร์พ เส้นใยหรือกามมะพร้าวคือ มีโซคาร์พ กะลามะพร้าวคือ เอนโดคาร์พ ส่วนของเมล็ดประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดคือ เนื้อเยื่อสีน้ำตาลที่หุ้มเนื้อมะพร้าวไว้ เนื้อมะพร้าวและน้ำมะพร้าวคือ เอนโดสเปิร์ม จามมะพร้าวคือ ใบเลี้ยง และส่วนที่งอกขึ้นมาคือ ต้นอ่อน

**ละหุ่ง** เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีเอนโดสเปิร์ม โดยเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นทางหลาย ๆ ตรงไฮลัมมีเนื้อคล้ายฟองน้ำเรียกว่า **คาร์เนล (caruncle)** ช่วยอุ้มน้ำเวลางอก เมื่อดอกเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในออกจะพบเอนโดสเปิร์มและเอมบริโอ เอนโดสเปิร์มคือ ส่วนขาว ๆ สามารถบิออกได้เป็น 2 ซีก ซึ่งมีลักษณะอ้วนใหญ่เพราะสามารถสะสมอาหารพวกไขมัน แป้ง และโปรตีนไว้มาก ด้านในมีใบเลี้ยง 2 ใบ มีลักษณะเป็นแผ่นแบน ๆ บาง ๆ สีขาวประกบกันอยู่ บริเวณโคนใบเลี้ยงมีก้อนรูปไข่เล็ก ๆ คือ เอมบริโอซึ่งประกอบด้วย ยอดอ่อน เอพิคอติล ไฮโปคอติล และแรดิเคิล

**ข้าวโพด** เมื่อดำเมล็ดข้าวโพด (ผล) ตามยาวโดยผ่าให้ตั้งฉากกับด้านกว้างจะเห็นส่วนต่าง ๆ คือ นอกสุดเป็นเพอริคาร์พบาง ๆ ถัดเข้ามาเป็นเอนโดสเปิร์มซึ่งสะสมอาหารพวกแป้ง ไขมัน และโปรตีนอยู่ ด้านล่างประกอบด้วยเอมบริโอ ซึ่งมีใบเลี้ยง 1 ใบ คือ สควิทลัมซึ่งมีลักษณะแบนกว้างอยู่บริเวณกลาง ๆ เมล็ดข้าวโพด ส่วนบนของเอมบริโอเป็นเอพิคอติลและยอดอ่อนซึ่งมีคอลลีออปไทล์หุ้มอยู่ ส่วนล่างของเอมบริโอเป็นไฮโปคอติลและแรดิเคิลซึ่งมีคอลลีโอไรซาหุ้มอยู่เช่นเดียวกับที่ปลายยอด

#### **การงอกของเมล็ด (seed germination)**

การงอกของเมล็ด หมายถึง การที่รากอ่อนงอกพ้นเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดได้รับความชื้น โดยการดูดน้ำเข้าไปแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพขึ้นภายในเมล็ด เมล็ดส่วนใหญ่เมื่อได้รับความชื้นแล้วทำให้ทั้งความชื้นและออกซิเจนแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเมล็ดเข้าไปภายในได้ เอ็มบริโอจึงเจริญเติบโตแทงเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาเพื่อเจริญเติบโตต่อไปเป็นพืชต้นใหม่โดยปกติ เมล็ดพืชที่แก่เต็มที่จะมีความชื้นต่ำราว 10-15 เปอร์เซ็นต์ อัตราการหายใจต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดน้อยมาก ถ้าไม่มีน้ำ ออกซิเจนและอุณหภูมิที่เหมาะสม เมล็ดไม่เจริญเติบโตหรือไม่งอกแต่ยังมีชีวิตอยู่ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. การดูดน้ำของเมล็ด (water absorption) ตามปกติเมล็ดที่แก่จะแห้งมีน้ำในเมล็ดน้อย เมื่อเมล็ดได้รับน้ำเปลือกหุ้มเมล็ดจะอ่อนตัวขยายตัวและแตกออก เมล็ดบางชนิดเปลือกแข็งและหนามากจะดูดน้ำได้ช้าหรือเกือบไม่ได้เลย ในธรรมชาติอาศัยจุลินทรีย์มาทำลายหรือถูกกัดกร่อนเปลือกหุ้มเมล็ดจึงจะเริ่มดูดน้ำได้ การดูดน้ำของเมล็ดส่วนใหญ่ดูดเข้าไปโดยใช้วิธี imbibition

2. การย่อยอาหาร (digestion) หลังจากเมล็ดดูดน้ำเข้าไปแล้วจะมีการกระตุ้นให้เอนไซม์ต่าง ๆ ภายในเมล็ดไปทำให้อาหารที่สะสมไว้ในเมล็ดมีขนาดอนุภาคเล็กลงและละลายน้ำได้เพื่อให้พืชลำเลียงไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ต่อไป

3. การลำเลียงอาหาร (food transfer) คือ การลำเลียงอาหารที่ย่อยแล้วลำเลียงไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ โดยการซึมหรือแพร่ออกไป

4. การสร้างโปรโทพลาสซึม (assimilation) อาหารที่ซึมเข้าสู่เซลล์แล้วส่วนใหญ่ถูกนำไปสร้างเป็นโปรโทพลาสซึม ซึ่งกระบวนการที่อาหารเปลี่ยนแปลงไปเป็นโปรโทพลาสซึม นี้เรียกว่า assimilation

5. การหายใจ (respiration) อาหารอีกส่วนหนึ่งใช้ในการหายใจขณะเมล็ดกำลังงอก อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเพื่อสร้างพลังงาน โดยการออกซิไดส์สารอาหารที่เก็บสะสมไว้ เพื่อให้ได้พลังงานและสารตัวกลางที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอและลำเลียงอาหารไปยังเอ็มบริโอ

6. การเติบโต (growth) คือ การเพิ่มจำนวนและขยายขนาดของเซลล์และมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ต่อไปเป็นเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของต้นอ่อน

### ปัจจัยในการงอกของเมล็ด

เมื่อเมล็ดแก่เต็มที่มีความชื้นของเมล็ดจะมีน้อยคือมีค่าประมาณร้อยละ 10-15 อีก อัตราการหายใจของเมล็ดก็ต่ำ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ดมีน้อยมากในการงอกของเมล็ดจึงต้องการปัจจัยภายนอกที่เหมาะสมเมล็ดจึงจะงอกได้ ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่

1. ความชื้นหรือน้ำ เมื่อเมล็ดแก่มีน้ำอยู่ในเมล็ดน้อย การงอกจะไม่เกิดขึ้นจนกว่าเปลือกหุ้มเมล็ดจะดูดน้ำเข้าไปจนมีความชื้นร้อยละ 30-60 จึงจะงอก เนื่องจากน้ำทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนตัว ทำให้เมล็ดพองตัวและเกิดแรงดันให้เปลือกหุ้มเมล็ดแตกออกเพื่อให้เอ็มบริโอเจริญออกมาได้ น้ำช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ ในเมล็ด ได้แก่ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส การสร้างเอนไซม์และฮอร์โมนต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นตัวทำลายสารอื่น ๆ ที่สะสมในเมล็ดและจำเป็นในการลำเลียงอาหารไปให้ต้นอ่อนใช้เพื่อใช้ในการงอกอีกด้วย

2. แก๊สออกซิเจน จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดเพื่อนำไปใช้ในการหายใจให้ได้พลังงาน เมล็ดกำลังงอกมีอัตราการหายใจสูงกว่าปกติ เมล็ดจึงต้องการแก๊สออกซิเจนมากในระหว่างที่งอก พืชบางชนิด เช่น พืชน้ำสามารถงอกได้ดีในสภาพออกซิเจนต่ำแต่ความชื้นสูง โดยเมล็ดเหล่านี้ได้พลังงานจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในธรรมชาติเมล็ดที่จมอยู่ใต้ดินจะอยู่ในระยะพักเป็นเวลานานยังไม่งอกเพราะออกซิเจนไม่เพียงพอจนกว่าจะได้ไถพรวนทำให้เมล็ดได้รับออกซิเจนจึงเกิดการงอกได้ เช่น เมล็ดวัชพืช

3. อุณหภูมิที่เหมาะสม เมล็ดแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการงอกที่ต่างกัน ตั้งแต่ 0-45 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส พืชเขตหนาวต้องการอุณหภูมิก่อนข้างต่ำในการงอก พืชเขตร้อนต้องการอุณหภูมิก่อนข้างสูงในการงอก พืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิที่ต่างกันในเวลากลางวันและกลางคืน หรือให้อุณหภูมิสูงสลับกับ

อุณหภูมิต่ำ การงอกจึงจะเกิดได้ดี เช่น ถั่วเหลือง ถ้าให้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงสลับกับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง เมล็ดจึงจะงอกได้ดี

4. แสง ตามปกติเมื่อสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เหมาะสมเมล็ดจะงอกได้ทั้งในที่มืดและที่มีแสง เมล็ดพืชบางชนิดต้องการแสงในการงอก ได้แก่ วัชพืชต่าง ๆ หญ้า ยาสูบ ผักกาดหอม หล้าคา สาบเสือ ปอต่าง ๆ เมล็ดพืชบางชนิดไม่ต้องการแสงในการงอก เช่น ผักบ่งจีน ข้าวโพด ฟ้ายาง แดงกวา กระเจี๊ยบ เป็นต้น

## 6. หลักฐานการเรียนรู้และแนวทางการประเมิน

### ด้านความรู้ (Knowledge)

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	ส่วนประกอบของเมล็ด การงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด	ใบกิจกรรม เรื่อง หนอนกระทู้ ข้าวโพดลายจุด	เขียนอธิบายได้ถูกต้อง อย่างน้อยร้อยละ 70

### ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

#### 1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1.1 นักเรียนสามารถระบุ ใช้และสร้างตัวแบบ หรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	การเขียนวิธีการ แก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน	ใบกิจกรรม เรื่อง หนอนกระทู้ ข้าวโพดลายจุด	มีสมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้น
1.2 นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	การเขียนอธิบาย ศักยภาพของวิธีการ แก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบจากการใช้สารเคมี		

## 2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
2.1 นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	การเขียนระบุปัญหาที่ต้องการค้นคว้า	ใบกิจกรรม เรื่อง หนอนกระทู้ ข้าวโพดลายจุด	มีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้น
2.2 นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	การพูดคุยอธิบายถึงการตรวจสอบปัญหาที่ต้องการศึกษา		
2.3 นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	การเขียนระบุวิธีการสืบเสาะหาความรู้		
2.4 นักเรียนสามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	การพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในวิธีการที่กลุ่มตนเองใช้ในการค้นคว้า		
2.5 นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	การพูดคุยอธิบายความน่าเชื่อถือของแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้		



## 3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
3.1 นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	การนำเสนอผลการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ	ใบกิจกรรม เรื่อง หนอง กระทู้ ข่าวโศกตลาคชจุด	มีสมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์ในระดับ ดีขึ้นไป
3.2 นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	การเขียนสรุปวิธีการแก้ปัญหา		
3.3 นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีการอื่นที่ลดการใช้สารเคมี		
3.4 นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจาก การพิจารณาจากหลักฐานอื่น	การอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการลดการใช้สารเคมี ในการทำการเกษตร		
3.5 นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม		

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Affective)

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด	สังเกตพฤติกรรม การเข้าห้องเรียน	แบบประเมิน พฤติกรรมระหว่าง การจัดการเรียนรู้	นักเรียนผ่านเกณฑ์ ในระดับดี
นักเรียนรับฟังความคิดเห็น ที่แตกต่างของผู้อื่นในการ นำเสนอแนวทางแก้ปัญหา	สังเกตพฤติกรรม การร่วมกิจกรรมใน ชั้นเรียน		

#### 7. กระบวนการจัดการเรียนรู้ 100 นาที

##### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ผู้วิจัยสร้างความสนใจแก่นักเรียน โดยการอธิบายความสำคัญของข้าวโพดว่าเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย และส่งออกอันดับที่ 1 โดยใช้สื่อ PowerPoint
2. ผู้วิจัยเปิดวิดีโอเกี่ยวกับ “หอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด” เพื่อให้นักเรียนทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และอธิบายต่อว่าทุกวันนี้ยังไม่มีมีการกำจัดหอนกระทุ้งได้สิ้นซาก ต้องใช้สารเคมีเพื่อทำลาย
3. ผู้วิจัยกล่าวต่อว่า สารเคมีที่เกษตรกรนิยมให้เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
4. ผู้วิจัยให้นักเรียนจับกลุ่ม 4 คน และแจกใบกิจกรรม เรื่อง หอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด
5. ผู้วิจัยอธิบายและยกตัวอย่างแนวทางการตอบคำถามแต่ละข้อ รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ที่นักเรียนได้รับ

##### ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้น (30 นาที)

1. ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งปัญหาที่ตนได้รับในบทบาทต่าง ๆ
2. ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามในกระดาษ

##### ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด (30 นาที)

1. ผู้วิจัยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม เพื่อเลือกปัญหาและออกแบบแนวทางแก้ปัญหา

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนคิดรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น วิดีทัศน์ แผ่นพับ เป็นต้น

##### ขั้นที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ (30 นาที)

1. ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน และตัดสินใจเลือกแนวทางของห้อง

### 8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- เอกสารประกอบการเรียน วิชา ว30262 ชีววิทยา 3
- Power point เรื่อง ส่วนประกอบของเมล็ด การงอกของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- บทความออนไลน์ เรื่อง หนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด
- สถานการณ์ข่าวหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด
- วิดีทัศน์ เรื่อง หนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด

### 9. ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

.....



## ใบกิจกรรม เรื่อง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall armyworm)

กลุ่ม.....เลขที่สมาชิกภายในกลุ่ม.....ชั้น.....

**สถานการณ์:** กลุ่มผู้ผลิตข้าวโพดหวานเร่งรับมือ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระบาดหนัก



ข้าวโพดเป็นพืชอาหารหลัก แต่ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด สามารถเข้าทำลายและอาศัยใน พืชอื่นอีกกว่า 100 ชนิด หรือ อย่างน้อยใน 27 วงศ์พืช

ประชาชาติธุรกิจ, วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ.2562

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall Armyworm-FAW) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวโพด และพืชที่เป็นอาหารมากกว่า 80 ชนิด เช่น ข้าว อ้อย พืชตระกูลผักทั้งหมด และไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมีแหล่งกำเนิดจากพื้นที่เขตร้อนของอเมริกาใต้และทางใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อ ปลายเดือนมกราคม 2559 พบการแพร่ระบาดเข้าสู่ทวีปแอฟริกา หลังจากนั้น ในปี พ.ศ. 2561 พบการระบาดเข้ามายังทวีปเอเชีย โดยเริ่มต้นที่ประเทศอินเดีย และเมื่อปลายปี พ.ศ. 2561 พบการระบาดในประเทศไทย ซึ่งพบในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดหลายจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันตก โดยเฉพาะในจังหวัดกำแพงเพชร เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก นครสวรรค์ ตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท สระบุรี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งสร้างความเสียหายแก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดและส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมข้าวโพดของไทยเป็นอย่างมาก

การควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต้องเฝ้าหลายวิธีรวมกัน เนื่องจากยังไม่มีผลิตภัณฑ์อย่างเดียวที่สามารถใช้ป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้ เช่น การคัดเลือกชนิดเมล็ดพันธุ์พืชที่มีคุณภาพ การใช้สารคลุกเมล็ด (ช่วยป้องกันหนอนตั้งแต่เริ่มปลูก ไปจนถึง 18-20 วัน) การใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชชนิดโดยการฉีดพ่นทางใบ และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เป็นต้น เพื่อการแก้ปัญหาการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอย่างมีประสิทธิภาพ

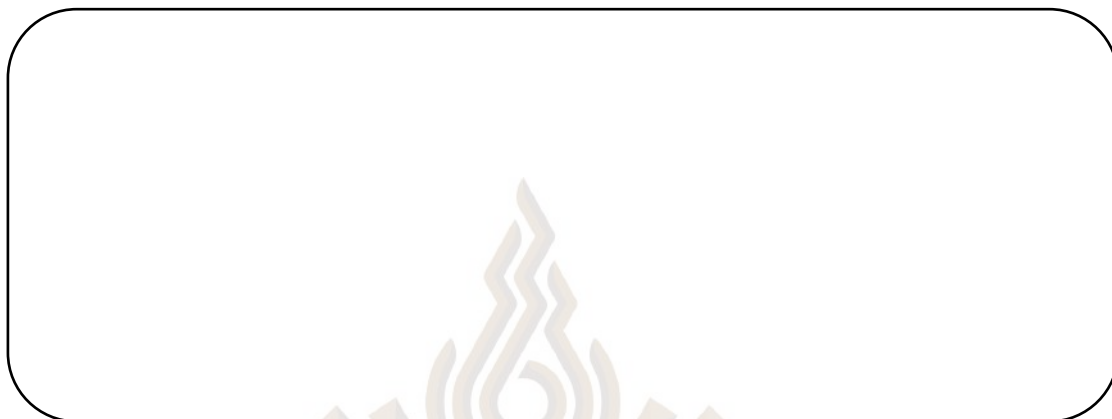
ที่มา: <https://www.prachachat.net/local-economy/news-343089>

ใบกิจกรรม เรื่อง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall armyworm)

กลุ่ม.....เลขที่สมาชิกภายในกลุ่ม.....ชั้น.....

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นข้างต้น



2. จากสถานการณ์ “หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด” นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุอะไรเกิดขึ้นบ้าง

นักวิทยาศาสตร์

.....

.....

นักสิ่งแวดล้อม

.....

.....

นักลงทุน

.....

.....

เกษตรกร

.....

.....

3. จากปัญหาทั้งหมดที่นักเรียนกล่าวมานั้น ปัญหาใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

#### 4. ปัญหาที่นักเรียนต้องการศึกษา

.....

.....

#### 5. การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้

##### 5.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เหตุผล	แหล่งข้อมูล

##### 5.2 วิธีการใดที่นักเรียนจะเลือกใช้แก้ปัญหา โดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

##### 5.3 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นแผนภาพ หรือรูปภาพ พร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบผลการทดลอง หรือผลการศึกษาที่ได้

5.4 ให้นักเรียนระบุข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหานี้

ข้อดี.....

.....

ข้อด้อย.....

.....

5.5 วิธีดังกล่าวช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

.....

.....



**แบบบันทึกภาคสนาม**  
**รายวิชาชีววิทยา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....**  
**วันที่.....**

**คำชี้แจง** แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน โดยผู้วิจัยเป็น

ผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง.....

**1. ผลการจัดการเรียนรู้**

ขั้นตอน	พฤติกรรมที่สังเกตพบ	
	การจัดการเรียนรู้ของครู	การเรียนรู้ของนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ		
ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้น		
ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด		
ขั้นที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ		

**2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

.....  
 .....



แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู

รายวิชาชีววิทยา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....

วันที่.....

**คำชี้แจง** แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู เป็นแบบบันทึกของผู้ช่วยวิจัยในการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน โดยผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง.....

**1. ผลการจัดการเรียนรู้**

ขั้นตอน	พฤติกรรมที่สังเกตพบ	
	การจัดการเรียนรู้ของครู	การเรียนรู้ของนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ		
ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้น		
ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด		
ขั้นที่ 4 ขั้นการตัดสินใจ		

**2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

.....

.....

**แบบวัดเจตคติต่อการจัดเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม  
ในรายวิชาชีววิทยา เรื่องการสืบพันธุ์พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**คำชี้แจง**

แบบวัดเจตคติฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอก

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

เพศ  หญิง  ชาย

**ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด**

**ระดับความคิดเห็น**

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด      4 หมายถึง เห็นด้วยมาก      3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง  
2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย      1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านสาระการเรียนรู้</b>						
1	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียน					
2	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนเนื้อหาในบทเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น					
3	นักเรียนสามารถนำความรู้ในบทเรียนไปอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้					
4	เนื้อหาที่เรียนเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5	เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน					
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
6	สื่อการเรียนรู้มีความทันสมัยและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน					
7	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความน่าสนใจ					

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
8	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น					
9	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					
10	การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
11	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
<b>ด้านผู้เรียน</b>		5	4	3	2	1
12	การนำปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น					
13	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น					
14	การเรียนจากประสบการณ์จริง ทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น					
15	นักเรียนมีโอกาสด้านการแสดงความคิดเห็นของตนเองในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม					
<b>ด้านผู้สอน</b>		5	4	3	2	1
16	ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ					
17	ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการค้นคว้า และได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่					
18	ผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้					
19	ผู้สอนใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์มากขึ้น					
20	ผู้สอนสามารถให้คำแนะนำได้ เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....



ภาคผนวก จ

รายละเอียดผลของข้อมูลเชิงปริมาณ

ตารางที่ จ.1 คะแนนผลการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

คนที่	ผลคะแนนก่อนเรียน (ร้อยละ)	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ผลคะแนนหลังเรียน (ร้อยละ)	ระดับการรู้ วิทยาศาสตร์
1	48	2	72	4
2	60	3	80	5
3	52	3	92	6
4	56	3	80	5
5	56	3	80	5
6	64	4	84	5
7	44	2	80	5
8	48	2	76	5
9	56	3	84	5
10	60	3	80	5
11	52	3	92	6
12	12	3	80	5
13	72	4	80	5
14	72	4	84	5
15	60	3	84	5
16	40	2	64	4
17	40	2	64	4
18	44	2	80	5
19	12	3	84	5
20	60	3	84	5
21	72	4	92	6
22	72	4	88	6
23	44	2	72	4
24	52	3	72	4

ตารางที่ จ.2 คะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนของวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก  
ก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	ผลคะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ผลคะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	5	14
2	5	16
3	7	16
4	4	12
5	6	13
6	6	14
7	4	14
8	8	16
9	6	17
10	6	15
11	6	16
12	4	16
13	1	18
14	8	15
15	4	11
16	5	17
17	6	14
18	6	15
19	4	16
20	10	17
21	8	15
22	6	15
23	6	14
24	4	13

ตารางที่ จ.3 คะแนนผลการเรียนรู้ทางการเรียนของวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก  
ที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลของนักเรียน

คนที่	% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum Possible gain	Normalize gain	ระดับ
1	25	70	45	75	0.60	Medium gain
2	25	80	55	75	0.73	High gain
3	35	80	45	65	0.69	Medium gain
4	20	60	40	80	0.50	Medium gain
5	30	65	35	70	0.50	Medium gain
6	30	70	40	70	0.57	Medium gain
7	20	70	50	80	0.63	Medium gain
8	40	80	40	60	0.67	Medium gain
9	30	85	55	70	0.79	High gain
10	30	75	45	70	0.64	Medium gain
11	30	80	50	70	0.71	High gain
12	20	80	60	80	0.75	High gain
13	5	90	85	95	0.89	High gain
14	40	75	35	60	0.58	Medium gain
15	20	55	35	80	0.44	Medium gain
16	25	85	60	75	0.80	High gain
17	30	70	40	70	0.57	Medium gain
18	30	75	45	70	0.64	Medium gain
19	20	80	60	80	0.75	High gain
20	50	85	35	50	0.70	High gain
21	40	75	35	60	0.58	Medium gain
22	30	75	45	70	0.64	Medium gain
23	30	70	40	70	0.57	Medium gain
24	20	65	45	80	0.56	Medium gain

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลงานนักเรียนและภาพบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



การจัดกิจกรรมตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ จ.1 นักเรียนค้นคว้าข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี



รูปที่ จ.2 นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงาน

การจัดกิจกรรมตามแนวทางการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม  
(ต่อ)



รูปที่ จ.3 นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

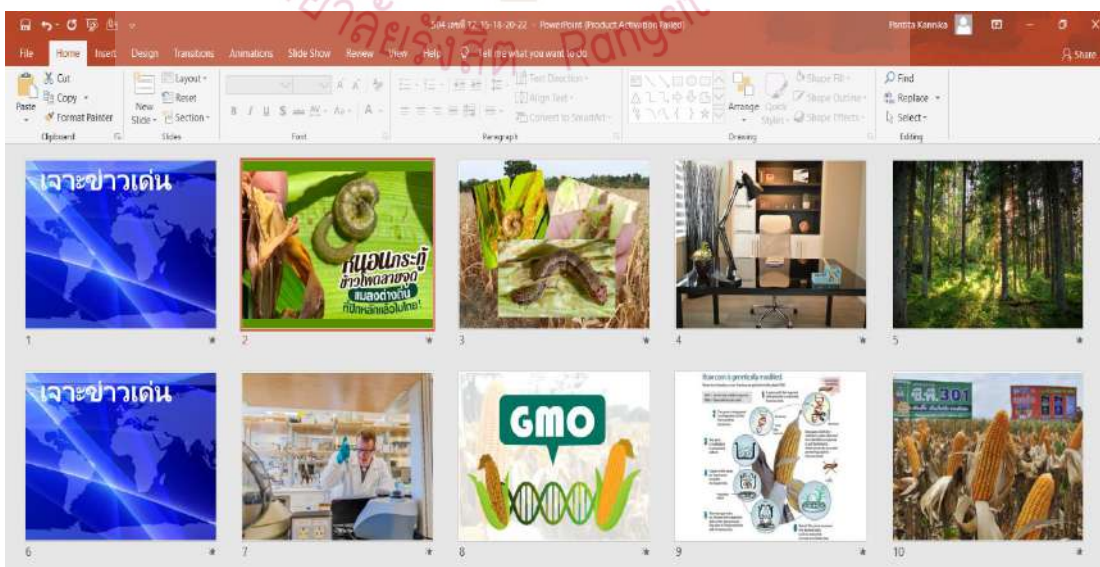


รูปที่ จ.4 นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

ผลงานนักเรียน

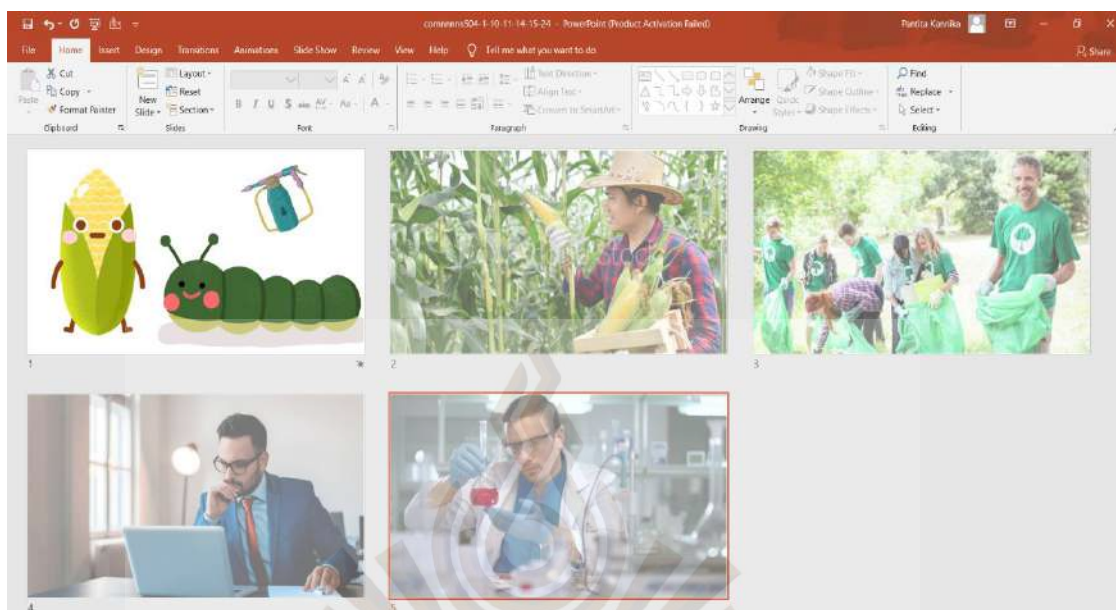


รูปที่ ๓.5 ผลงานของนักเรียนที่ทำเป็นโปสเตอร์



รูปที่ ๓.6 ผลงานของนักเรียนที่นำเสนอในรูปแบบผู้ประกาศข่าว

## ผลงานนักเรียน (ต่อ)



รูปที่ ๗.7 ผลงานของนักเรียนที่สร้างเป็นอนิเมชัน โดยใช้ PowerPoint และบทบาทสมมุติ



รูปที่ ๗.8 ผลงานของนักเรียนที่นำเสนอวิธีแก้ไขโดยใช้ PowerPoint ซึ่งทำให้ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ปัทมिता กรรณิการ์
วัน เดือน ปีเกิด	7 กุมภาพันธ์ 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยมหิดล ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์, 2560 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, 2562
ทุนการศึกษา	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกวค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รางวัลที่ได้รับ	ผลงานวิจัยดีเด่น (Best Paper Award) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และนิติศาสตร์ ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยพายัพ พ.ศ.2563
ที่อยู่ปัจจุบัน	43/53 หมู่ 3 ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120 nat_pantita@hotmail.com