

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้  
แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2558  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF SCIENCE COMMUNICATION AND TEAMWORK ABILITIES OF  
ELEVENTH GRADE STUDENTS USING GROUP INVESTIGATION

Mr. Thanakorn Atjanawat



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Science Education

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และ  
การทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหา  
ความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดย

นายธนกร อรรถจนาวัฒน์

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร. สกลรัชต์ แก้วดี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์ชัย หาญยุทธนากร

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. สายรุ้ง ชาวสุภา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. สกลรัชต์ แก้วดี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์ชัย หาญยุทธนากร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

ธนกร อรรถนาววัฒน์ : การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (DEVELOPMENT OF SCIENCE COMMUNICATION AND TEAMWORK ABILITIES OF ELEVENTH GRADE STUDENTS USING GROUP INVESTIGATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร. สกสิทธิ์ แก้วดี, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. พงษ์ ชาญยุทธนากร, 172 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นโดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยครูและบุคคลทั่วไป เป็นผู้ประเมิน 2) แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อน เป็นผู้ประเมิน และครูเป็นผู้ประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับพอใช้

1.1) การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถในระดับดี คือ ภาษาและสิ่งแทนความ และระดับพอใช้ คือ เนื้อหาและบริบท

1.2) การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถในระดับดี คือ ภาษา และระดับพอใช้ คือ เนื้อหา บริบท และสิ่งแทนความ

2) นักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดี

ภาควิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2558	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5783439627 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: SCIENCE COMMUNICATION / TEAMWORK / GROUP INVESTIGATION

THANAKORN ATJANAWAT: DEVELOPMENT OF SCIENCE COMMUNICATION AND TEAMWORK ABILITIES OF ELEVENTH GRADE STUDENTS USING GROUP INVESTIGATION. ADVISOR: SAKOLRAT KAEWDEE, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF. PONGCHAI HARNYUTTANAKORN, Ph.D., 172 pp.

The purposes of this research were to examine the effects of group investigation on 1) students' science communication abilities, and 2) students' teamwork abilities. The target group was eleventh-grade students from a large secondary school in Bangkok. The design of this pre-experimental research was one group pretest-posttest design. The data of students' science communication and teamwork abilities were collected before and after the instruction. Two research instruments were used: 1) science communication evaluation forms for teacher and general publics; and 2) teamwork evaluation forms for students' self and peer evaluation, and teacher evaluation. All collected data were analyzed through arithmetic mean, percentage mean, and standard deviation.

The research findings were as follows:

1) Spoken and written science communication abilities of these students were rated at a moderate level.

1.1) For spoken science communication, language and representation abilities were rated at a good level, while content and context abilities were rated at a moderate level.

1.2) For written science communication, language ability was rated at a good level, while content, context, and representation abilities were rated at a moderate level.

2) Teamwork ability of these students was rated at a good level.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....

Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....

Academic Year: 2015 Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร. สกลรัชต์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์ หาดยุดธนากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาอบรม สั่งสอน เป็นแบบอย่าง ให้คำแนะนำและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยและการทำงานต่าง ๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้ง 2 ท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สายรุ้ง ชาวสุภา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างสูงที่ได้รับ ความกรุณาจากอาจารย์ทั้ง 2 ท่าน ในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและครูในหมวดวิทยาศาสตร์โรงเรียนเทพศิรินทร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ ให้ความเป็นกันเอง และความช่วยเหลือจนการวิจัยเสร็จ ลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนางสาวกรรณก เลิศเดชาภัทร รุ่นน้องในสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเป็นผู้ช่วยวิจัย ให้คำปรึกษาต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ในสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกคนที่เรียนมาด้วยกัน คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจทำให้มีความทรงจำดี ๆ ที่เต็มไปด้วยความผูกพันตลอดระยะเวลาในการศึกษา ณ สาขาแห่งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย และน้องสาว ที่คอยห่วงใยดูแล สนับสนุน การศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอดและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ ในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ผู้วิจัยได้รับทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. การสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	10
1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	10
1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	13
1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	18
1.4 แนวทางการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	20
2. การทำงานเป็นทีม.....	29
2.1 ความสำคัญของการทำงานเป็นทีม.....	29
2.2 ความหมายของการทำงานเป็นทีม.....	31

2.3 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม .....	32
2.4 ลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดี .....	36
2.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม .....	38
3. การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	44
3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	44
3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	49
3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	49
3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	55
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	58
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ .....	58
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม .....	59
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	61
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	63
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	64
1. รูปแบบการวิจัย .....	64
2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย .....	64
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	66
4. แผนการดำเนินการวิจัยและการเก็บข้อมูล .....	79
5. การวิเคราะห์ข้อมูล .....	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	82
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	101
สรุปผลการวิจัย .....	101



อภิปรายผล .....	102
ข้อเสนอแนะ .....	111
รายการอ้างอิง.....	113
ภาคผนวก .....	120
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....	121
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	123
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	138
ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบการแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม .....	170
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	172



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 รหัสหรือภาษาที่ใช้สื่อสารแทนสาขาวิทยาศาสตร์.....	23
ตารางที่ 2 แสดงระดับและเกณฑ์การประเมินทักษะการพูด.....	24
ตารางที่ 3 แสดงระดับและเกณฑ์การประเมินทักษะการเขียน .....	27
ตารางที่ 4 ลักษณะร่วมขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการพูด.....	27
ตารางที่ 5 ลักษณะร่วมขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการเขียน.....	28
ตารางที่ 6 องค์ประกอบสำคัญและพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ....	29
ตารางที่ 7 ตัวอย่างแบบประเมินทำงานเป็นทีมโดยสมาชิกคนอื่น .....	39
ตารางที่ 8 ตัวอย่างแบบประเมินกระบวนการทำงานเป็นทีมโดยใช้มาตราประมาณค่า.....	41
ตารางที่ 9 ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานเป็นทีมโดยการประเมินตนเองและประเมินสมาชิก คนอื่นโดยใช้มาตราประมาณค่า.....	43
ตารางที่ 10 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ....	56
ตารางที่ 11 ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อ และจำนวนคาบเรียน .....	67
ตารางที่ 12 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ....	68
ตารางที่ 13 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้.....	71
ตารางที่ 14 พฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินความสามารถใน การสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	73
ตารางที่ 15 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน.....	74
ตารางที่ 16 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ด้านเนื้อหาโดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน .....	74

<p><b>ตารางที่ 17</b> ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านบริบท ภาษา และสิ่งแทนความ โดยแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน.....</p>	75
<p><b>ตารางที่ 18</b> ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน.....</p>	77
<p><b>ตารางที่ 19</b> ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน.....</p>	77
<p><b>ตารางที่ 20</b> ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	82
<p><b>ตารางที่ 21</b> ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{X}</math>) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (<math>\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}</math>) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	90
<p><b>ตารางที่ 22</b> ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{X}</math>) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (<math>\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}</math>) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	91
<p><b>ตารางที่ 23</b> ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	92
<p><b>ตารางที่ 24</b> ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{X}</math>) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (<math>\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}</math>) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	97
<p><b>ตารางที่ 25</b> ค่าเฉลี่ย (<math>\bar{X}</math>) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (<math>\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}</math>) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	98
<p><b>ตารางที่ 26</b> ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....</p>	98

**ตารางที่ 27** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม.....99

**ตารางที่ 28** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม..... 100



## สารบัญภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 1 รูปแบบการสื่อสารเชิงสรรคณิยมสำหรับการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	22
แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design.....	64
แผนภาพที่ 3 แผนผังห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา.....	66
แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้าน การพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับดี .....	86
แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างสิ่งแทนความตัวอย่างที่ 1 ที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้ .....	89
แผนภาพที่ 6 ตัวอย่างสิ่งแทนความตัวอย่างที่ 2 ที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้ .....	89
แผนภาพที่ 7 ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้าน การเขียนที่มีคะแนนโดยรวมในระดับดี.....	94
แผนภาพที่ 8 ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้าน การเขียนที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้ .....	96
แผนภาพที่ 9 ตัวอย่างสิ่งแทนความของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ช่วงแรก .....	105
แผนภาพที่ 10 ตัวอย่างสิ่งแทนความของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ช่วงหลัง.....	106

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา วิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการถกเถียงกันในประเด็นต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การค้นพบวัคซีน หรือแม้แต่เรื่องสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการดัดต่อพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (Genetically modified organism หรือ GMO) ในการค้นพบหรือการถกเถียงในประเด็นทางวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์มักประสบปัญหาด้านการสื่อสาร โดยไม่สามารถสื่อสารหรืออธิบายประโยชน์ของงานวิจัยของตนเองให้สาธารณชนเข้าใจได้ ส่งผลให้บุคคลทั่วไปไม่สามารถรับรู้ข่าวสารและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องและเพียงพอ ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำผู้ที่อยู่นอกวงการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นผู้แทนในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยทำหน้าที่ถ่ายทอดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ให้แก่บุคคลทั่วไป และด้วยผู้แทนดังกล่าวขาดความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ ข้อมูลที่ถ่ายทอดนั้นอาจไม่ถูกต้องและครบถ้วน (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2015; Dawson, 2013) ผู้แทนส่วนใหญ่มีการใช้ภาษาและจินตนาการในการบิดเบือนข้อมูล ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาทักษะในการสื่อสารเพื่อที่จะถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตนเอง (Nelkin, 1995) ตัวอย่างเช่น การค้นพบวัคซีนใหม่ที่ไม่ได้รับการสนับสนุนจากสังคมเนื่องจากการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ ผู้สื่อสารไม่สามารถอธิบายประโยชน์ของวัคซีนที่ค้นพบให้สาธารณชนเข้าใจได้ง่ายหรือบางคนเปลี่ยนแปลงหรือบิดเบือนข้อมูลจนทำให้คนทั่วไปมองว่าการฉีดวัคซีนก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น ๆ มากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ (Eisenstein, 2014) เมื่อประชาชนเกิดความเชื่อที่ต่อต้านการรับข้อมูลวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ทำให้มีการปิดกั้นการรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเลือกที่จะเชื่อตามความคิดของตนเอง (Kahan, 2010)

ในประเทศไทยข่าววิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ที่มีการนำเสนอโดยผ่านมุมมองของนักวิทยาศาสตร์นั้นมีจำนวนน้อย เนื่องจากความซับซ้อนของเนื้อหาทำให้ผู้สื่อข่าวไม่สามารถอธิบายขยายความได้ชัดเจนส่งผลให้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์บางประเด็นถูกละเลย ซึ่งตามรายงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2551) ดร. สมเกียรติ อ่อนวิมล กล่าวไว้ในเวทีนักวิจัย สวทช. ว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในไทยยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นประกอบกับคนไทยให้ความสำคัญกับข่าวอื่น ๆ เช่น ข่าวการเมือง และไม่เข้าใจถึงความสำคัญของข่าววิทยาศาสตร์ จึงยังไม่มีพื้นที่สำหรับข่าววิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง และปัญหาที่พบคือการเขียนข่าวโดยไม่ทราบข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ใน

เชิงลึกและไม่รู้ว่าจะค้นหาดัชนีความรู้จากแหล่งใด ทำให้บางครั้งจำเป็นต้องตัดข่าวที่ยากต่อความเข้าใจและนำเสนอเฉพาะข่าวที่เข้าใจง่าย”

นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้รัฐบาลหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการร่างนโยบายต่าง ๆ มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น และช่วยส่งเสริมให้เงินทุนในการสนับสนุนงานวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศต่อไปให้กลายเป็นประเทศที่เติบโตทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม (UNESCO, 2012) แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นเพียงการสื่อสารกันเองในชุมชนวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นการเผยแพร่ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญไปสู่บุคคลทั่วไปซึ่งเป็นเหมือนกับสะพานที่เชื่อมระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่มีความสลับซับซ้อน ซึ่งไม่เพียงแต่นักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง แต่บุคคลทั่วไปก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน นักวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการช่วยให้ประชาชนเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของภัยธรรมชาติและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยี รวมถึงผลกระทบที่เป็นไปได้จากนโยบายต่าง ๆ เช่น ผลกระทบเชิงนิเวศน์จากการทำเกษตรกรรมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยที่นักวิทยาศาสตร์ไม่ควรนำความเห็นของตนเองลงไปปะปนกับข้อเท็จจริง หากบุคคลทั่วไปมีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้วกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ก็จะได้รับการสนับสนุนจากสังคม (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1994)

สำหรับความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร เนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เช่นเดียวกับสรุปการสัมมนาวิชาการเรื่อง หลักสูตรการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (*Science Communication*) เพื่อเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ 2542) ที่กล่าวว่า การสื่อสารมีบทบาทในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สะสมมาเป็นเวลานาน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ Baram-Tsabari and Osborne (2015) ได้กล่าวถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์กับการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์เน้นไปที่การให้การศึกษา แต่สำหรับการสื่อสารวิทยาศาสตร์เน้นไปที่การทำให้คนทั่วไปมีส่วนร่วมในวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นไม่จำเป็นว่าหน้าที่การสื่อสารวิทยาศาสตร์ต้องมอบหมายให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งครู นักเรียน นักข่าว หรือบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ก็สามารถทำหน้าที่เป็นนักสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้

กำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารอยู่ในสมรรถนะสำคัญ 5 ประการของนักเรียน ซึ่งมีความสำคัญในการทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และในทศวรรษในศตวรรษที่ 21 ได้ระบุให้ทักษะการสื่อสารเป็นทักษะการเรียนรู้ที่นักเรียนจำเป็นต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากในปัจจุบันมีข้อมูลข่าวสารเป็นจำนวนมาก นักเรียนควรสื่อสารให้มีประสิทธิภาพเพื่อถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างถูกต้องและการสื่อสารที่ดีช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น

นอกจากความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์แล้วความสามารถในการทำงานเป็นทีมก็มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นกัน เนื่องจากการทำงานเป็นทีมส่งผลให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ เรียนรู้การทำงานจากผู้อื่นและนำมาพัฒนาตนเอง ช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องการทำงานที่ยากทำให้นักเรียนสามารถทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากนักเรียนไม่มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมแล้วอาจก่อให้เกิดปัญหาและเป็นอุปสรรคต่อการเรียนที่ต้องทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (ทิตานา แคมมณี, 2537) ซึ่งสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (2552) ก็ได้ระบุให้การทำงานเป็นทีมเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประการหนึ่งที่จำเป็นสำหรับเด็กและเยาวชน นอกจากนี้ความสามารถในการทำงานเป็นทีมยังเป็นสมรรถนะที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั่นคือความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในชีวิตและสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยเน้นไปที่ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและทำงานด้วยความเคารพสมาชิกที่หลากหลายในทีม ฝึกปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์และเต็มใจที่จะช่วยเหลือผู้อื่นเพื่อให้ทีมประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน (Plucker, Endowed, Kennedy, & Dillely, 2015)

สืบเนื่องจากความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมข้างต้น ผู้วิจัยได้ปฏิบัติงานสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการจัดกิจกรรมข่าววิทยาศาสตร์ โดยมอบหมายให้นักเรียนศึกษาข่าววิทยาศาสตร์จากเนื้อหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วและสรุปเนื้อหาข่าวโดยเขียนเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นำเสนอโดยการพูดหน้าชั้นเรียนในช่วงต้นคาบเรียนถัดไป จากการสังเกตการพูดเพื่อเล่าเรื่องทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ยังไม่สามารถเล่าข่าววิทยาศาสตร์ได้ดี สังเกตจากเนื้อหาที่นักเรียนออกมานำเสนอยังไม่ถูกต้องครบถ้วน อีกทั้งมีการใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ได้ขยายความหรือใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และเมื่อผู้วิจัยตรวจบทความวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าได้ผลออกมาเช่นเดียวกับความสามารถด้านการพูด กล่าวคือ นักเรียนยังเขียนเนื้อหาในบทความได้ไม่



ถูกต้องครบถ้วน ใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ขยายความให้ผู้อ่านทั่วไปเข้าใจ อีกทั้งภาพประกอบที่นำมาประกอบไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและไม่ช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น ส่วนในความสามารถด้านการอ่านและการฟังนั้น พบว่า นักเรียนไม่มีปัญหาในทั้ง 2 ด้านนี้ โดยในด้านการฟังสังเกตได้จากนักเรียนร้อยละ 80 สามารถสรุปและจับประเด็นข่าวจากการฟังการนำเสนอของเพื่อนได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ส่วนในด้านการอ่านนักเรียนอ่านบทความวิทยาศาสตร์และตอบคำถามในประเด็นสำคัญที่มีอยู่ในบทความได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งในกิจกรรมเสริมทักษะการอ่านในคาบโฮมรูมนักเรียนสามารถอ่านบทความและสรุปประเด็นสำคัญได้ดี นอกจากนี้ปัญหาด้านการสื่อสารของนักเรียนผู้วิจัยสังเกตพบว่าสภาพห้องเรียนมีการจัดให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มไม่ว่าจะมีการจัดการเรียนรู้แบบใดก็ตาม ทั้งนี้เมื่อมีการมอบหมายงานให้นักเรียนทำงานกลุ่ม พบว่า สมาชิกในแต่ละกลุ่มไม่ได้ช่วยเหลือและมีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่ทุกคน บางกลุ่มมีนักเรียนทำงานเพียง 1-2 คนเท่านั้น ส่วนสมาชิกคนอื่นในกลุ่มเล่น คูย หรือนำงานอื่นขึ้นมาทำ ซึ่งการที่สมาชิกแต่ละคนไม่ได้ให้ความร่วมมือกันทำงานส่งผลให้งานไม่มีคุณภาพและไม่เสร็จในเวลาที่กำหนด

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน มีแนวทางในการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดการเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยและให้เขียนรายงานเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนซึ่งมีเพื่อนร่วมชั้นและครูเป็นผู้ประเมิน (Collette & Thurber, 1973; กองวิจัยการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2543) และสามารถจัดกิจกรรมอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น การเล่าหรือเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา การศึกษาภาคสนาม การสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ การเขียนรายงาน การนำเสนอหรือการจัดแสดงผลงาน เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้เสนอให้ครูลดบทบาทจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้ให้คำแนะนำนักเรียน ให้นักเรียนใช้การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ในส่วนของการพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ทิศนา ขมมณี (2537) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยและสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างกัน ลักษณะกิจกรรมควรมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนของการวิเคราะห์และอภิปรายกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการทำงาน กระบวนการสื่อสาร กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการตัดสินใจ เป็นต้น

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่กล่าวมาสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation หรือ GI) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(Cooperative learning) การจัดการเรียนรู้แบบนี้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันทั้งสมาชิกในกลุ่มเดียวกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม มีบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน ได้ร่วมกันวางแผนและลงมือแสวงหาความรู้ และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนทั้งด้านการพูดและการเขียน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการระบุหัวข้อ (Identifying the topics) 2) ขั้นการวางแผนการแสวงหาความรู้ภายในกลุ่ม (Planning the investigation in group) 3) ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation) 4) ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม (Preparing for a group report) 5) ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting a group report) 6) ขั้นการประเมินผล (Evaluating) (Hassard & Dias, 2013; Sharan & Sharan, 1990) อีกทั้งงานวิจัยของ Gupta (2004) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานเป็นทีมในวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย

เมื่อพิจารณาความสำคัญของปัญหาจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนสอนเป็นแนวทางที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันผ่านการทำงานเป็นกลุ่มย่อย และได้ฝึกการสื่อสารทั้งด้านการพูดและการเขียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การวางแผน การทำรายงานกลุ่ม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้เข้าใจเนื้อหาในบทเรียน และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำงานเป็นทีม

### คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับใด
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับใด

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

### สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีลักษณะการเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อยตามแนวคิดของการเรียนรู้แบบร่วมมือและสอดคล้องกับทฤษฎีเนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นักเรียนจะถูกแนะแนวทางในการเรียนรู้ผ่านการสืบสอบและแสวงหาความรู้ในหัวข้อที่พวกเขาสนใจ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการระบุหัวข้อ 2) ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม 3) ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ 4) ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม 5) ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม 6) ขั้นการประเมินผล (Sharan & Sharan, 1990; Zingaro, 2008) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มจึงสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์จะพัฒนาได้นั้น ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารในระหว่างกลุ่ม (Collette & Thurber, 1973; กองวิจัยการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2543) นอกจากนี้ภายในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนควรได้เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนเพื่อฝึกการสื่อสารทั้งด้านการพูดและการเขียน และครูควรปรับบทบาทจากผู้บรรยายมาเป็นผู้อำนวยความสะดวก (ทีศนา แคมมณี, 2537; ศศิเทพ พิติพรเทพิน, 2557; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) อีกทั้งงานวิจัยของ Gupta (2004) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยส่งเสริมทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานเป็นทีมในวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย

จากแนวคิดและผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จึงตั้งสมมติฐานดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มจะมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มจะมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดี

### ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

## 2.2 ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

### 2.3 ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินความสามารถด้านการพูดเฉพาะด้านวจนภาษา เนื่องจากวิธีทัศน์ที่ให้นักเรียนเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการบันทึกเสียงและใช้ภาพประกอบการสื่อสาร ไม่ได้มีลักษณะท่าทางหรือการแสดงสีหน้าที่เป็นการสื่อสารทางอวจนภาษาปรากฏอยู่ในวิธีทัศน์ รวมทั้งสิ่งแทนความที่นักเรียนใช้ในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ เป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง ไม่ใช่สิ่งแทนความที่เป็นตัวแทนทางความคิด (Mental model)

5. ระยะเวลาในการทำวิจัย ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 13 คาบ คาบละ 50 นาที ตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึง วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งหมด

6. สถานที่ในการทำวิจัย เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นการระบุหัวข้อ (Identifying the topics) คือ ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สื่อจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือเรียน หนังสือภาพ นิตยสาร บทความ ฯลฯ จากนั้นครูเสนอหัวข้อในรูปแบบของคำถาม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา

2) ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม (Planning the investigation in group) คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อของตน ตัดสินใจว่าจะใช้แหล่งข้อมูลใด และกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

3) ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation) คือ ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทบทวนแผนการทำงานและบทบาทหน้าที่ของสมาชิก จากนั้นให้นักเรียนลงมือแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 2 โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิเคราะห์และประเมินข้อมูล เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม สมาชิกแต่ละ

คนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น โดยมีสมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึก คอยสรุปความรู้ต่าง ๆ

4) **ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม (Preparing a group report)** คือ แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สมาชิกได้สืบค้นมาประมวล วิเคราะห์และสังเคราะห์ รวมทั้งจัดกระทำข้อมูลให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย จากนั้นเตรียมและวางแผนการนำเสนอข้อมูลผลการแสวงหาความรู้ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้เลือกรูปแบบการนำเสนอเอง

5) **ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting a group report)** คือ แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษารูปแบบที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยนำเสนอตามลำดับและเวลาที่กำหนดไว้ร่วมกัน หลังการนำเสนอแต่ละกลุ่มให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทั้งบทบาทผู้พูดและผู้ฟัง

6) **ขั้นการประเมินผล (Evaluating)** คือ ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินการทำงานและการนำเสนอของของแต่ละกลุ่มโดยร่วมกันอภิปรายบทบาทหน้าที่ของสมาชิกและกระบวนการแสวงหาความรู้ การวางแผนการทำงาน ตลอดจนการนำเสนอผลการศึกษา

**2. ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการส่งสารโดยการพูดหรือเขียนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ความสามารถนี้ประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ ตามแนวคิดของ Kulgemeyer and Schecker (2013)

**3. ความสามารถในการทำงานเป็นทีม** หมายถึง ความสามารถในการร่วมมือกันทำงานของนักเรียน โดยมีเป้าหมาย การวางแผน และความรับผิดชอบของสมาชิก เพื่อให้งานประสบความสำเร็จ ความสามารถนี้ประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แนวทางของ Nelson et al., (2007) cited in Southern Cross University (2013) มีองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ

**4. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5** หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อ นำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

#### 1. การสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science communication)

- 1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์
- 1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์
- 1.4 แนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

#### 2. การทำงานเป็นทีม (Teamwork)

- 2.1 ความสำคัญของการทำงานเป็นทีม
- 2.2 ความหมายของการทำงานเป็นทีม
- 2.3 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม
- 2.4 ลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดี
- 2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการทำงานเป็นทีม

#### 3. การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation)

- 3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
- 3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
- 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
- 3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

## 1. การสื่อสารวิทยาศาสตร์

การศึกษาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการนำเสนอออกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 2) ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 3) แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และ 4) แนวทางการวัดความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

#### *ความสำคัญของการสื่อสาร*

ในอดีตมนุษย์ใช้วิธีบันทึกความทรงจำด้วยการวาดภาพตามหน้าผาหรือถ้ำ เพื่อถ่ายทอดเรื่องราวที่ตนเองพบเจอให้ผู้อื่นได้รับรู้ แสดงให้เห็นถึงความต้องการในการสื่อสารที่มีมาแต่ช้านาน การสื่อสารจึงกลายเป็นปฏิกริยาพื้นฐานของมนุษย์ที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต มนุษย์อาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และเพื่ออยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม ยิ่งสังคมมีความซับซ้อนมากเท่าไร การสื่อสารก็มีความสำคัญมากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม จะนำมาซึ่งความซับซ้อนและความสับสนต่าง ๆ จึงอาจก่อให้เกิดความไม่เข้าใจกันในสังคม (คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2551; ศุภรศมี ฐิติกุลเจริญ, 2540)

สภาพสังคมในปัจจุบันผู้คนมีความเกี่ยวข้องกันมากขึ้น การสื่อสารยังมีความสำคัญต่อบุคคลและสังคมมากขึ้น หากทุกคนในสังคมไม่มีการสื่อสาร ก็ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ ความคิด และความเข้าใจระหว่างกันได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีทางการสื่อสารมีความเจริญมากขึ้นทุกวัน จากสังคมมนุษย์ที่คับแคบอยู่เฉพาะกลุ่มของตนเอง เริ่มขยายกว้างใหญ่ออกไป จนทำให้โลกดูแคบลงเรื่อย ๆ การสื่อสารจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ไม่ได้ที่จะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งในขณะที่เราทำกิจกรรมเพียงลำพังหรือกับบุคคลอื่นก็ได้ โดยการสื่อสารมีความสำคัญกับบุคคล

และสังคมในหลายด้าน ดังนี้ (กอบกาญจน์ วงศ์วิสิทธิ์, 2551; คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2551)

1) ทำให้ได้รับรู้ข้อมูลข่าวสาร และการเปลี่ยนแปลงของสังคมอยู่ตลอดเวลา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับตัวกับสังคมอย่างเหมาะสมและมีความสุข

2) ทำให้ได้รับความรู้วิทยาการต่าง ๆ รวมถึงทราบความคิดของบุคคลในกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศให้รุ่งเรืองต่อไป

3) ในด้านชีวิตประจำวัน ทุกคนใช้การสื่อสารกับตัวเองและผู้อื่นอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเป็นการฟังวิทยุ อ่านหนังสือ พบปะผู้คนและเหตุการณ์ต่าง ๆ ล้วนเป็นเรื่องที่ต้องใช้การสื่อสารอยู่ตลอดเวลา

4) ในด้านสังคม การที่จะเกิดการรวมกลุ่มกันขึ้นในสังคม ตั้งแต่ในระดับครอบครัว ชุมชน จนถึงระดับประเทศ ต้องมีการติดต่อสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันในเรื่องราวต่าง ๆ มีกระบวนการที่ทำให้ทุกคนยอมรับในกฎกติกาของสังคม มีการถ่ายทอดความรู้และทะนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

5) ในด้านธุรกิจอุตสาหกรรม ประชาชนก็ต้องพึ่งพาอาศัยกระบวนการสื่อสารเพื่อการดำเนินธุรกิจการค้า เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ การติดต่อทั้งภายในและภายนอกองค์กร การบริหารองค์กร การติดต่อประสานงานกับหน่วยงาน การฝึกอบรมให้ความรู้พนักงาน และการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีการสื่อสาร เป็นต้น

นอกจากนี้ทักษะการสื่อสารยังเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญที่นักเรียนจำเป็นต้องนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันในศตวรรษที่ 21 โดยนักเรียนจำเป็นต้องสื่อสารด้วยการพูด การเขียน และการสื่อสารเชิงอวัจนะ (Nonverbal communication) ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในรูปแบบและบริบทที่หลากหลาย สามารถใช้การสื่อสารในวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย เช่น การชี้แจง การถ่ายทอด การจูงใจ รวมถึงการโน้มน้าวใจ (P21, 2015)

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสาร สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารมีความสำคัญต่อมนุษย์ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ใช้การสื่อสารในการดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข โดยเฉพาะสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การสื่อสารจึงมีบทบาทในการแก้ปัญหา ความไม่เข้าใจกันในสังคม และการสื่อสารยังมีความสำคัญในด้านการรับรู้ข่าวสาร การรับรู้วิทยาการใหม่ ๆ การติดต่อกันในสังคม และด้านธุรกิจอุตสาหกรรม นอกจากนี้การสื่อสารยังได้ถูกระบุให้เป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย



### ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันพบว่านักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการสื่อสาร เป็นเหตุให้ต้องหาตัวแทน ที่อยู่นอกวงการวิทยาศาสตร์มาเพื่อมาถ่ายทอดความรู้แทน อย่างไรก็ตามตัวแทนดังกล่าวไม่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญเพียงพอ ข้อมูลที่ถ่ายทอดไปอาจไม่ถูกต้องและครบถ้วน ดังนั้นควรเป็น นักวิทยาศาสตร์เองที่ต้องมีทักษะในการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเอง (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2015) ซึ่งคนทั่วไปที่ได้รับข้อมูลข่าวสาร ผ่านนักวิทยาศาสตร์โดยตรงมีน้อยมาก คนที่นำเสนอส่วนใหญ่มีการใช้ภาษาและจินตนาการทำให้เกิด การบิดเบือนข้อมูลผ่านสื่อ ดังนั้นข้อมูลที่สื่อออกไปจึงได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Nelkin, 1995) ตัวอย่างเช่น การค้นพบวัคซีนใหม่ที่ไม่ได้รับการสนับสนุนจากสังคมเนื่องจากการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ ผู้สื่อสารไม่สามารถอธิบายให้สาธารณชนเข้าใจได้ง่าย บางคน เปลี่ยนแปลงหรือบิดเบือนข้อมูลจนให้คนทั่วไปมองว่าการฉีดวัคซีนก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค อื่น ๆ มากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ (Eisenstein, 2014) เมื่อประชาชนเกิดความเชื่อที่ต่อต้านการรับ ข้อมูลวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ พวกเขาจึงปิดกั้นการรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเลือกที่จะเชื่อตาม ความคิดของตนเอง (Kahan, 2010) นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญใน การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อขอเงินสนับสนุนจากรัฐบาลและช่วยให้ความรู้ แก่ประชาชนเพื่อไขแยกแยะความแตกต่างระหว่างกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์ เทียม (Pseudo-scientist) เช่น คนทรงเจ้า หมอตุ เป็นต้น (Treise & Weigold, 2002) ดังนั้น การสื่อสารวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่การสื่อสารกันเองในชุมชนวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นการเผยแพร่ ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่คนทั่วไป การสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ ในฐานะสะพานที่เชื่อมระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความ สำคัญในการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้รัฐบาลหรือผู้ที่เกี่ยวข้องใน การร่างนโยบายต่าง ๆ มีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้นและช่วยส่งเสริมให้เงินทุนใน การสนับสนุนงานวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศต่อไปให้กลายเป็นประเทศที่เติบโตทั้งด้านเศรษฐกิจและ สังคม (UNESCO, 2012)

ในประเทศไทยข่าววิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ถูกนำเสนอผ่านผู้สื่อข่าว ซึ่งอธิบายได้ไม่ชัดเจนจน ทำให้ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์บางประเด็นถูกเพิกเฉย โดยคนไทยให้ความสำคัญกับข่าวอื่น ๆ เช่น ข่าวการเมือง และไม่เข้าใจถึงความสำคัญของข่าววิทยาศาสตร์ จึงยังไม่มีพื้นที่สำหรับข่าววิทยาศาสตร์ อย่างแท้จริง และปัญหาที่พบคือการเขียนข่าวโดยไม่ทราบข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกและไม่รู้ว่า จะค้นหาดัชนีความรู้จากแหล่งใด ทำให้บางครั้งจำเป็นต้องตัดข่าวที่ยากต่อความเข้าใจและนำเสนอ เฉพาะข่าวที่เข้าใจง่าย

นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยในประเทศไทย เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารเนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เช่นเดียวกับสรุปการสัมมนาวิชาการเรื่อง หลักสูตรการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (*Science Communication*) เพื่อเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ 2542) ระบุว่า “การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสังคม และถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเป็นเวลาช้านาน โดยเฉพาะในยุคโลกาภิวัตน์ความเจริญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์จำเป็นจะต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องจะช่วยให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีคุณภาพ” ดังนั้นความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในหลายประเทศ (Kulgemeyer & Schecker, 2013)

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่คนทั่วไปในสังคม ช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น เข้าใจกิจกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ดำเนินอยู่ เป็นจุดเน้นการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

## 1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นความหมายและองค์ประกอบของการสื่อสารทั่วไปเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการสื่อสารและการสื่อสารวิทยาศาสตร์

### ความหมายของการสื่อสาร

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ดังนี้

Gerbner (1966) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง การแสดงปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วยการใช้สัญลักษณ์ (Symbol) และระบบสาร (Message system)”

Wilbur (1973) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนข่าวสาร เกิดขึ้นโดยการถ่ายทอดสารจากบุคคลฝ่ายหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ส่งสารผ่านสื่อหรือช่องทางต่าง ๆ ไปยังผู้รับสารโดยมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง”

McQuail (1994) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง การให้และรับ ความหมาย การถ่ายทอดและรับสารซึ่งรวมถึงแนวคิดของการโต้ตอบ แบ่งปัน และมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยกัน”

ปรมะ สตะเวทิน (2539) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการของการถ่ายทอดสาร (Message) จากบุคคลฝ่ายหนึ่งซึ่งเรียกว่าผู้ส่งสาร (Source) ไปยัง บุคคลอีกฝ่ายหนึ่งซึ่งเรียกว่าผู้รับสาร (Receiver) โดยผ่านสื่อ (Channel)”

คณาจารย์ภาควิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2541) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง การนำข้อความต่าง ๆ โดยอาศัย เครื่องมือไปด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่งให้ไปถึงอีกฝ่ายหนึ่งที่เป็นจุดหมายปลายทางที่ต้องการ จนทำให้เกิด การรับรู้ความหมายของเรื่องราวต่าง ๆ นั้นร่วมกัน ตลอดจนเกิดการตอบสนองร่วมกัน”

กองวิจัยการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง การนำเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น หรือความรู้สึก โดยอาศัย เครื่องนำไปด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ให้ไปถึงจุดหมายปลายทางที่ต้องการจนทำให้เกิดการกำหนดรู้ ความหมายแห่งเรื่องราวเหล่านั้นร่วมกันได้”

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง วิธีการนำถ้อยคำ ข้อความ หรือหนังสือ เป็นต้น จากบุคคลหนึ่งหรือสถานที่หนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง หรืออีกสถานที่หนึ่ง”

ราตรี พัฒนรังสรรค์ (2544) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การติดต่อสื่อสาร หมายถึงกระบวนการถ่ายทอด หรือแลกเปลี่ยนความคิด ข้อมูล ข้อเท็จจริง หรือความรู้สึกซึ่งอาจเป็น รูปของคำ ตัวอักษร สัญลักษณ์ เรียกว่า ข่าวสาร บุคคลฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ผู้ส่งสาร ส่งไปยังบุคคลอีก ฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ผู้รับสาร โดยผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลอื่นได้เข้าใจความหมายตาม เจตนาที่ต้องการและช่วยป้องกันความเข้าใจผิดระหว่างกันและกันอีกด้วย”

ผ่องพรรณ ลวนานนท์ (2547) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง การแบ่งปันความคิด ความรู้สึก ประสบการณ์ ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยผู้ส่งสารรวบรวม ข้อมูลจากภายนอก เช่น หนังสือ นิตยสาร หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ การบันทึกเสียง แผ่นดิสก์ ดาวเทียม ฯลฯ แล้วนำมาประมวลเป็นความคิดของตัวเอง โดยการตีความสารเหล่านั้น พร้อมกับสร้าง ความหมายขึ้นภายในตัวผู้ส่งสาร แล้วจึงนำเสนอต่อผู้ฟัง ผู้ชม หรือผู้รับสารโดยใช้วัจนภาษา และอวัจนภาษาในการโน้มน้าวให้เขาเห็นด้วยหรือคล้อยตาม”

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสาร สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อเท็จจริง ข่าวสาร ความคิด อารมณ์ ประสบการณ์ ความรู้สึก จากผู้ส่งสารผ่านทางสื่อต่าง ๆ ไปยังผู้รับสาร เพื่อให้ผู้รับสารเกิดการตอบสนองตามวัตถุประสงค์และเกิดความเข้าใจร่วมกัน

#### องค์ประกอบของการสื่อสาร

จากการศึกษาดำรงและเอกสาร ผู้วิจัยพบว่า มีนักวิชาการได้ระบุองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ดังนี้

ตามแนวคิดของ Lasswell (1948) ได้ทำการวิจัยในเรื่องการสื่อสารมวลชนและได้คิดสูตรการสื่อสารพร้อมด้วยกระบวนการสื่อสารที่สอดคล้องกัน ในการสื่อสารนั้นจะต้องตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ คือ

1. ใคร (who) หมายถึง ผู้ส่งสาร (Sender)
2. กล่าวอะไร (Says what) หมายถึง สาร (Message)
3. ในช่องทางใด (In which channel) หมายถึง สื่อหรือช่องทาง (Media/channel)
4. ถึงใคร (To whom) หมายถึง ผู้รับสาร (Receiver)
5. เกิดผลอะไร (With what effect) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้น (Effect)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการสื่อสารจะสามารถแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ผู้ส่งสาร (Sender) ผู้รับสาร (Receiver) สาร (Message) สื่อหรือช่องทาง (Media/channel) ผลที่เกิดขึ้น (Effect)

คณาจารย์ภาควิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2541) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารโดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบของการสื่อสาร 5 ประการ คือ

1. ผู้ส่งสาร คือ บุคคลหรือกลุ่มบุคคล ซึ่งเป็นผู้เริ่มต้นและส่งสารไปยังผู้อื่น
2. สาร คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกโดยอาศัยภาษาโดยหรือสิ่งอื่นใดก็ได้ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน
3. สื่อหรือช่องทาง คือ ตัวกลางที่เชื่อมโยงผู้ส่งสารและผู้รับสารให้ติดต่อกันได้ หากขาดสื่อก็ไม่สามารถถ่ายทอดสารจากผู้ส่งไปถึงผู้รับได้
4. ผู้รับสาร คือ บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่เป็นจุดหมายปลายทางของสารที่ผู้ส่งสารส่งมา ซึ่งผู้รับสารมีบทบาทขั้นพื้นฐาน 2 ประการที่สำคัญ คือ การกำหนดรู้ความหมายของเรื่องราวที่ส่งสารส่งผ่านสื่อและมีการปฏิกิริยาสนองตอบต่อผู้ส่งสาร

5. ปฏิกริยาตอบสนอง คือ การตอบสนองที่เกิดขึ้นในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งการตอบสนองในที่นี้หมายถึง การเปลี่ยนแปลงท่าทีและพฤติกรรมของผู้รับสารที่แสดงออกมาให้ผู้ส่งสารได้รับทราบอันเป็นผลมาจากการได้รับสารแล้วซึ่งจะทำให้ผู้ส่งสารได้ทราบว่า สารที่ส่งไปนั้นตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

ผ่องพรรณ ลวนานนท์ (2547) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารจะเกิดขึ้นตามลำดับไม่ได้ การสื่อสารต้องมีองค์ประกอบ 4 ประการในกระบวนการสื่อสาร ซึ่งได้แก่

1. ผู้ส่งสาร (Sender) หรือแหล่งกำเนิด (Source, Originator) หรือผู้พูด (Speaker)
2. สาร (Message) หรือข้อมูล (Data) หรือข้อมูลข่าวสาร (Information)
3. สื่อ (Media) หรือช่องทางนำสาร (Channel)
4. ผู้รับสาร (Receiver) หรือผู้ตีความ (Interpreter) หรือจุดหมายปลายทาง (Destination)

ในขณะที่การสื่อสารนั้นเกิดขึ้น ในบางครั้งก็มิใช่จะราบรื่นเสมอไป อาจจะมีสิ่งรบกวนหรืออุปสรรค ซึ่งอาจเป็นเสียงรบกวนของคนคุยกัน เสียงยานพาหนะบนท้องถนน เสียงการก่อสร้างอาคาร อุปสรรคอาจจะเป็นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในขณะที่ใช้เครื่องเสียง เสียงสอดแทรกทางสายโทรศัพท์ เป็นต้น ดังนั้นองค์ประกอบของการสื่อสารอีกหนึ่งประการที่เราไม่ควรมองข้ามไปก็คือ สิ่งรบกวน (Noise) หรืออุปสรรค (Obstacle)

กาญจนา ไชยพันธุ์ (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารจะต้องอาศัยองค์ประกอบ ดังนี้

1. ผู้ส่ง (Sender) หมายถึง ผู้เขียน หรือ เจ้าของข้อความหรือความคิด
2. ผู้รับ (Receiver) หมายถึง ผู้รับข่าวสารนั้น ๆ เช่น ผู้ฟัง ผู้รับคำสั่ง ฯลฯ
3. สื่อ (Media) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งอาจจะเป็นคำพูด คำสั่งด้วยวาจา ระเบียบ ข้อบังคับ วิทยุ โทรศัพท์ หนังสือพิมพ์ ภาพสัญลักษณ์ การใช้สัญลักษณ์ การแสดงกิริยาท่าทางต่าง ๆ เช่น การพยักหน้า ยิ้ม ก้มศีรษะ ฯลฯ
4. ข่าวสาร (Message) หมายถึง ตัวข่าวสารหรือเรื่องราวที่ผู้ส่งส่งไปยังผู้รับ
5. ข่าวสารย้อนกลับ (Feedback) เมื่อผู้รับสามารถรับสารที่ผู้ส่งมาได้ก็จะแสดงออกในรูปของพฤติกรรม หรือใช้สื่ออื่น ๆ แสดงให้ผู้ส่งรู้ในลักษณะของการให้ข่าวสารย้อนกลับ การสื่อความหมายจึงจะครบวงจร

จากการศึกษาองค์ประกอบของการสื่อสาร สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ผู้ส่งสาร สาร ช่องทาง ผู้รับสาร และผลที่เกิดขึ้นหรือปฏิกริยาการตอบสนอง

### ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่านักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Treise and Weigold (2002) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ประชาชน โดยผ่านกระบวนการทำให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ”

Burns, O'Connor, and Stocklmayer (2003) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ทักษะ สื่อ กิจกรรม และบทสนทนาที่เหมาะสม เพื่อสร้างการตอบสนองส่วนบุคคล (Personal responses) ต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ ความตระหนัก (Awareness) ความสนุกสนาน (Enjoyment) ความน่าสนใจ (Interest) ความคิดเห็น (Opinions) และความเข้าใจ (Understanding)”

Malmfors, Garnsworthy, and Grossman (2003) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแบ่งปันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเป็นการเขียนหรือการพูด โดยทำให้ผู้รับสารเข้าใจความสำคัญของสารนั้นอย่างถูกต้อง กระชับ และชัดเจน”

Christensen (2007) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความสำเร็จของวิทยาศาสตร์มาเผยแพร่สู่สาธารณชน เพื่อให้ประชาชนเกิดการเรียนรู้ และนำข้อมูลไปใช้เพื่อการตัดสินใจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน”

จากหนังสือ Handbook on communicating and disseminating behavioral science ของ Welch-Ross and Fasig (2007) Welch, Treise, and Rausch ได้ให้ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดวิทยาศาสตร์ที่ยากแก่การเข้าใจ ซึ่งไม่ใช่แค่ ชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี และดาราศาสตร์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ต่าง ๆ เช่น การเกษตรและเทคโนโลยี เพื่อให้ความรู้แก่สาธารณชน เช่น บุคคลที่เกี่ยวข้องในวงการวิทยาศาสตร์ ผู้ร่างนโยบาย ตัวแทนจากภาครัฐและเอกชนต่าง ๆ เป็นต้น”

สรุปการสัมมนาวิชาการเรื่อง หลักสูตรการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication) เพื่อเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ 2542) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยกล่าวสรุปได้ว่า “การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ ความเข้าใจในวิทยาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เผยแพร่สู่ประชาชนควบคู่ไปกับการให้ความรู้ทางด้านกระบวนการความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ด้วย”

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การทดลอง การอ่าน หรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล”

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้กล่าวโดยสรุปว่า “การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือทักษะของผู้ส่งสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารโดยการฟังหรือการอ่านผ่านสื่อหรือช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ทั้งนี้ผู้รับสารควรใช้วิจารณญาณในการรับสาร เนื่องจากบุคคลที่ทำหน้าที่ส่งและรับสารไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือนักวิทยาศาสตร์เสมอไป แต่สามารถเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสนใจในวิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน ในอีกแง่มุมหนึ่งของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่สิ่งมีชีวิตหนึ่งถ่ายทอดสารไปยังสิ่งมีชีวิตอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน”

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียน อาจเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ก็ได้ จากผู้ส่งสารซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง หรือผู้ที่สนใจในวิทยาศาสตร์ ไปยังผู้รับสารซึ่งอาจเป็นใครก็ได้ในสังคม โดยผู้ส่งสารต้องเลือกใช้ภาษาที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้รับสารเกิดความเข้าใจและความสนใจในวิทยาศาสตร์

### 1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนซึ่งเป็นความสามารถของผู้ส่งสารที่เป็นปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าแนวทางการพัฒนาสามารถแยกออกได้ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการพูดและการเขียน

#### *แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด*

Wilson (1998) ได้เสนอว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดมีความแตกต่างจากการสื่อสารทั่วไป โดยไม่ใช่แต่ตัวสารที่เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่แค่คำศัพท์หรือไวยากรณ์ ไม่ใช่แค่ภาษากาย หรือไม่ใช่แค่ทัศนูปกรณ์ (Visual aid) ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบ แต่การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดคือทุกอย่างที่ได้กล่าวข้างต้นมารวมกัน โดยผู้พูดต้องพยายามแบ่งปันประสบการณ์ให้ผู้ฟังผ่านการพูด จากความแตกต่างของการพูดเพื่อสื่อสารวิทยาศาสตร์กับการสื่อสารทั่วไปแล้ว มืองค์ประกอบที่ต้องคำนึงและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาดังนี้

1. รูปแบบการพูด เช่น จังหวะการหยุด การเน้นคำ หรือแม้แต่การออกเสียงสูงหรือต่ำ เป็นต้น

1.1 จังหวะการหยุด ผู้พูดควรคำนึงว่าจะหยุดที่คำพูดไหนถึงเหมาะสมและทำให้ผู้ฟังเข้าใจมากที่สุด ผู้ฟังสามารถติดตามเนื้อหาได้อย่างไม่สับสน จังหวะการหยุดยังสามารถใช้เป็นลีลาในการพูดเพื่อกระตุ้นให้ผู้ฟังสนใจ ก่อนกล่าวถึงจุดสำคัญในประเด็นถัดไป

1.2 การเน้นคำ ผู้พูดควรเน้นคำหรือเน้นเสียงตรงคำที่ต้องการเน้นเพื่อให้ผู้ฟังสนใจ หรือแสดงความสำคัญของคำนั้น นอกจากนี้การเน้นเสียงยังทำให้การพูดน่าสนใจ ไม่เป็นการพูดเสียงเดียว (Monotone) หากไม่มีการเน้นคำ ผู้ฟังอาจจับประเด็นสำคัญหรือรู้สึกเบื่อกับเนื้อหาที่พูด

1.3 การออกเสียงสูงต่ำ การออกเสียงสูงต่ำเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้พูดแสดงความคิดหรือเจตคติผ่านคำพูดได้ และช่วยให้การพูดมีความน่าสนใจ ชวนติดตาม

2. การแสดงออกของภาษากาย นอกจากคำพูดแล้ว ลักษณะทางกายภาพของผู้พูดก็เป็นสิ่งสำคัญ โดยรวมแล้วถือเป็นการสื่อสารอีกทางหนึ่งนั่นก็คือการสื่อสารแบบอวัจนภาษา เช่น ท่าทางการยืน การมองตาผู้ฟัง การแสดงสีหน้า การแต่งกาย การแสดงท่าทางหรือภาษากาย การสัมผัส (ต้องคำนึงถึงอายุ เพศ และวัฒนธรรมของผู้ฟังด้วย) และปริภาษา (Paralanguage) เช่น ว้าว อืม อ่า เออ เป็นต้น

3. การวางแผนและการฝึกซ้อมก่อนพูดจริง การพูดมีหลายลักษณะ ผู้พูดควรวางแผนและฝึกซ้อมก่อนพูดจริง โดยต้องเตรียมวัตถุดิบประสงค์ เนื้อหา โครงสร้าง และวิธีการนำเสนอต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประกอบการพูด

3.1 วัตถุดิบประสงค์ ขึ้นอยู่กับผู้พูดว่าต้องการให้ผู้ฟังรู้สึกอย่างไร หากวัตถุดิบประสงค์ไม่ชัดเจนผู้ฟังจะไม่เข้าใจและจับประเด็นสำคัญไม่ได้ ดังนั้นก่อนพูดผู้พูดควรตั้งวัตถุดิบประสงค์ให้ชัดเจนและดำเนินตามวัตถุดิบประสงค์นั้น

3.2 เนื้อหา ควรเลือกใช้เนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับของผู้ฟัง ไม่พยายามใส่รายละเอียดของเนื้อหามากเกินไปเพราะจะทำให้การพูดเพื่อสื่อสารวิทยาศาสตร์กลายเป็นการบรรยาย

3.3 โครงสร้าง ผู้พูดควรวางโครงสร้างของการพูด ระบุหัวข้อและหัวข้อย่อยต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการพูดนำก่อนเข้าสู่เนื้อหาสำคัญ โดยอาจสร้างเป็นผังความคิดเพื่อช่วยในการลำดับหัวข้อ

3.4 วิธีการนำเสนอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ฟังทั้งปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ รวมถึงจำนวนของผู้ฟัง โดยมีวิธีการนำเสนอ ดังนี้ 1) การพูดประกอบรูปภาพ โดยผู้ฟังส่วนใหญ่จะมีสมาธิกับการฟังได้แค่ 10-20 นาที หลังจากนั้นผู้ฟังจะกลับมาสนใจอีกทีในตอนท้าย ผู้ฟังจึงขาดความสนใจในตอนกลางของการพูด ดังนั้นผู้พูดควรมีภาพประกอบเพื่อสร้างความสนใจและทำให้ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย



มากขึ้น 2) การพูดประกอบการสาธิต การสาธิตช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจและเกิดความสนใจได้ง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น Lewis Elton ทำการหมุนเก้าอี้และเดินด้วยมือเพื่อประกอบการบรรยายหลักการทางฟิสิกส์ให้กับนักเรียนในมหาวิทยาลัย 3) การบรรยายแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้พูดไม่จำเป็นต้องแจกเอกสารประกอบการบรรยาย ผู้พูดอาจให้กระดาษเปล่าแก่ผู้ฟังเพื่อให้ผู้ฟังเขียนหรือมีส่วนร่วมในระหว่างการบรรยาย

#### แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

Bowater and Yeoman (2012) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนไว้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนจำเป็นต้องทำให้ชัดเจนและเรียบง่าย มีการวางลำดับที่ดี และขึ้นอยู่กับว่าผู้เขียนกำลังเขียนเพื่อนำเสนอในลักษณะไหน เช่น เขียนรายงาน เขียนงานวิจัยเชิงวิชาการ หรือเขียนบทความทั่วไป เป็นต้น โดยสามารถสรุปลักษณะการเขียนเพื่อสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ดีได้ดังต่อไปนี้

1. เขียนด้วยประโยคที่สั้น กระชับ กะทัดรัด แต่ได้ใจความสำคัญ
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ซ้ำซ้อนกันมากเกินไป
3. ใช้คำศัพท์ทั่วไปแทนคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ หรือพยายามเขียนอธิบายในภาษาที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน
4. ระมัดระวังเมื่อใช้คำสรรพนาม ตัวอย่างเช่น ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ โดยมีดวงจันทร์ขนาดใหญ่ 4 ดวงโคจรรอบ ๆ ดวงที่ใกล้ที่สุดชื่อว่าไอโอมีภูเขาไฟจำนวนมาก ใจกลางของมันยังคงหมุนอยู่อย่างต่อเนื่องด้วยสนามแรงดึงดูดของมัน จากบทความนี้คำว่า “ของมัน” คำแรกชัดเจนว่าหมายถึงดวงจันทร์ไอโอ แต่คำว่า “ของมัน” คำที่สองไม่ชัดเจนว่าเป็นสนามแรงดึงดูดของดวงจันทร์ไอโอหรือดวงพฤหัสบดี
5. อ่านเพื่อทบทวนการเขียนของตนเอง หลังผู้เขียนเขียนเสร็จแล้วให้อ่านเพื่อทบทวนหาข้อผิดพลาดหรือจุดที่ต้องปรับแก้ไขเพื่อให้งานเขียนออกมาสมบูรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์

#### 1.4 แนวทางการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า ปัญหาอยู่ที่ผู้ส่งสารซึ่งไม่สามารถสื่อสารด้วยการพูดหรือการเขียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้ส่งสารคือ ในด้านการพูดและการเขียน (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2015)

Bowater and Yeoman (2012) ได้ระบุเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบของเครื่องมือขึ้นอยู่กับวิธีการที่นำไปใช้ในแต่ละขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างเช่น แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสัมภาษณ์ (Interview) การสนทนากลุ่ม (Focus group) และการวิจัยเชิงสังเกต (Observational research)

1. แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่สะดวก สามารถเก็บข้อมูลได้ในปริมาณมากทั้งแบบข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ การออกแบบแบบสอบถามที่มีประสิทธิภาพควรแนะนำตัวผู้ที่ต้องการข้อมูลและแสดงวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน แบบสอบถามของเด็กควรแตกต่างจากแบบสอบถามของผู้ใหญ่และหลักสำคัญในการออกแบบสอบถามคือทำสั้นและกระชับ (Keep it short and simple, KISS) หลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ และตรวจสอบคำถามก่อนนำไปใช้ว่ามีความคลุมเครือหรือไม่

ประเภทของคำถามอาจเป็นแบบพรีโค้ด (Pre-coded) ซึ่งให้ผู้รับสารตอบคำถามโดยการเลือกทำเครื่องหมายลงในช่อง ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และคำถามแบบปลาย (Open-ended) ซึ่งให้ผู้รับสารแสดงความคิดเห็น ความเห็น และเขียนข้อเสนอแนะ ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการประเมินอาจไม่ได้รับการตอบกลับที่หนักแน่นพอที่จะนำไปตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น การให้ผู้คนช่วยทำแบบสอบถามเพื่อต้องการข้อมูลตอบกลับในปริมาณมาก ๆ แต่มีเพียงบางคนเท่านั้นที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม หรืออาจไม่เต็มข้อมูลในแบบสอบถามซึ่งทำให้ไม่ทราบว่าผู้ฟังคิดหรือรู้สึกอย่างไร

2. แบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูลให้ได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถทำได้แบบตัวต่อตัว ผ่านทางอินเทอร์เน็ต เช่น Facebook หรือ Google+ หรือผ่านทางโทรศัพท์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงลึกเมื่อเทียบกับแบบสอบถาม โดยสิ่งสำคัญที่ผู้สัมภาษณ์ควรทำในตอนต้นคือการแนะนำตนเอง การอนุญาตเพื่อสัมภาษณ์ อธิบายเหตุผลของการสัมภาษณ์ และชี้แจงระยะเวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์

3. การสนทนากลุ่ม (Focus group) การสนทนากลุ่มเป็นเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากได้ข้อมูลเชิงลึกและเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งการสนทนากลุ่มที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ มีผู้เข้าร่วมน้อยกว่า 10 คน ระบุเหตุผลของการสนทนากลุ่มอย่างชัดเจน พยายามให้ผู้เข้าร่วมมีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างทั่วถึง และบันทึกบทสนทนาให้ชัดเจนและครอบคลุม

4. การวิจัยเชิงสังเกต (Observational research) การวิจัยเชิงสังเกตสามารถให้ข้อมูลได้เป็นจำนวนมากและมีวิธีการที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่นเก็บรวบรวมสมุดบันทึกสะท้อนความคิดในการเดินทางระหว่างกระบวนการซึ่งช่วยทำให้ได้ข้อมูลมาออกแบบและพัฒนา บันทึกข้อมูลจากผู้เข้าร่วมหรือผู้รับสาร อาจเป็นเพศและอายุเพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำสมมุติฐานสำหรับผู้เข้าร่วมหรือกระดานไวต์ติดกระดาษโน้ตที่ผู้รับสารสามารถฝากข้อความหรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ

นอกจากนี้จากการศึกษาดำรงและเอกสารงานวิจัยได้พบแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อนำมาใช้ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียน ดังนี้

#### การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด

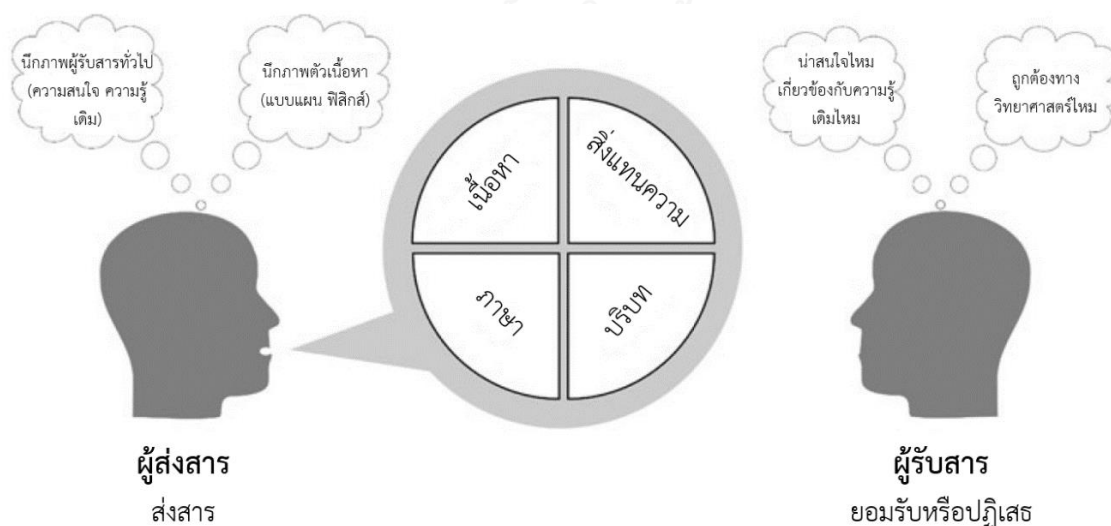
Kulgemeyer and Schecker (2013) ได้ประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์จากวิถีทัศน์ของนักเรียนด้วยเกณฑ์สำคัญ 4 รายการ (ดังแสดงในแผนภาพที่ 1) ได้แก่

1. เนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง (Factual content) คือ เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ส่งสารเลือกนำมาใช้ในการสื่อสาร ตัวอย่างจากวิชาฟิสิกส์ เช่น ปรากฏการณ์กระเจิงของแสงสีขาวออกเป็นสีต่าง ๆ

2. บริบท (Context) คือ การเชื่อมโยงข้อเท็จจริงเข้ากับตัวอย่างที่ที่พบได้ทั่วไปและแสดงออกมาให้เห็นชัดเจนมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ผู้สื่อสารเลือกตัวอย่างบริบทเรื่องสายรุ้งมาอธิบายการกระเจิงของแสง

3. รหัส (Code) คือ ภาษาที่ผู้ส่งสารต้องการเลือกใช้เพื่อสื่อสารข้อมูล ตัวอย่างเช่น ผู้ส่งสารต้องตัดสินใจว่าจะเลือกสื่อสารในภาษาทางวิทยาศาสตร์ (Scientific language) หรือเลือกใช้ภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน (Everyday language)

4. รูปแบบของสิ่งแทนความ (Representation form) คือ รูปแบบของสิ่งแทนความต่าง ๆ ที่ผู้ส่งสารเลือกใช้เพื่อประกอบการสื่อสาร ตัวอย่างเช่น การใช้ภาพกราฟิกเพื่อนำเสนอการกระเจิงของแสง



แผนภาพที่ 1 รูปแบบการสื่อสารเชิงสรรคินิยมสำหรับการสื่อสารวิทยาศาสตร์

(Kulgemeyer & Schecker, 2013)

Hinko, Seneca, and Finkelstein (2014) ได้ศึกษาการใช้ภาษาเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific language) ของนักเรียนฟิสิกส์ในมหาวิทยาลัยเพื่อสื่อสารสู่สาธารณชน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเน้นการสื่อสารด้านการพูด โดยมีวิธีการประเมินโดยให้นักเรียนฟิสิกส์ในมหาวิทยาลัยจินตนาการว่าในห้องมีเด็กที่เรียนในระดับเกรด 4-8 (อายุประมาณ 7-11 ปี) และให้อธิบายเนื้อหาฟิสิกส์ในหัวข้อ “ความเร็ว” ใช้เวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นบันทึกข้อมูลการพูดโดยใช้วิดีโอทัศน์และนำมาประเมินภาษาที่นักเรียนใช้ในการสื่อสาร จากผลการวิจัยระบุได้ว่าการใช้ภาษาพูดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific jargon) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. Discipline-specific science phrase คือ คำหรือวลีที่สื่อสารเฉพาะในวิทยาศาสตร์ เป็นศัพท์เฉพาะทาง จำเป็นต้องมีความรู้ก่อนจึงจะเข้าใจ เช่น กฎของกลศาสตร์ควอนตัม (Laws of quantum mechanics) เป็นต้น

2. Hybrid science phrase คือ คำหรือวลีที่สื่อสารในวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ใช่ศัพท์ที่คนทั่วไปคุ้นเคย เช่น มาตราส่วน (Scales) การตอบสนอง (Response) เป็นต้น

นอกจากนี้พบว่าปัญหาของการสื่อสารวิทยาศาสตร์คือการใช้ภาษาเชิงวิทยาศาสตร์ที่ยากแก่การเข้าใจของคนทั่วไป ทำให้เกิดความสับสนแก่ผู้ฟัง ดังนั้นลักษณะการใช้ภาษาจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้สื่อสารควรระมัดระวัง จากงานวิจัยนี้ได้เสนอกลยุทธ์ในการใช้ภาษาทางเลือกเพื่อสื่อสารแทนการใช้ศัพท์เฉพาะทาง ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** รหัสหรือภาษาที่ใช้สื่อสารแทนภาษาวิทยาศาสตร์

กลยุทธ์ในการใช้ภาษาทางเลือก	คำอธิบาย
การเทียบเคียง (Analogy)	ผู้พูดใช้ภาษาที่คุ้นเคยกว่าคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ ตัวอย่างเช่น เราเข้าใจว่าโมเลกุลมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร ให้เราใช้เลเซอร์ยิงให้โมเลกุลแตกออกจากกัน จากนั้นเราจะเข้าใจว่าจุดกำเนิดมาจากไหน <u>ก็เหมือนกับเราโยนโบว์ลิ่งและพยายามตั้งพินให้เหมือนเดิมเพื่อดูว่ามันล้มมาจากไหน</u>
การแสดงตัวอย่าง (Illustration)	ผู้พูดยกตัวอย่างในบทบาทที่คุ้นเคยเพื่อให้ชัดเจนมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ขนาดเล็กที่พูดถึงนี้ <u>เล็กกว่าขนาดผมของมนุษย์เสียอีก</u>
การอธิบาย (Explanation)	ผู้พูดพยายามอธิบายหรือให้ตัวอย่างของคำศัพท์นั้น ตัวอย่างเช่น สัญญาณภาค หมายถึง <u>สถานที่หรือบริเวณที่ไม่มีอากาศอยู่เลย</u>

กลยุทธ์ในการใช้ภาษาทางเลือก	คำอธิบาย
การใช้ภาษาไม่เป็นทางการ (Colloquialism)	ผู้พูดเลือกใช้คำที่ไม่เป็นทางการ ตัวอย่างเช่น อดตอมกำลัง <u>สั้น</u> <u>ไปมาอยู่ใน</u> วัดฤ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้กล่าวถึงการประเมินทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดไว้ว่า การวัดและประเมินทักษะการพูดทางวิทยาศาสตร์ ครูสามารถทำได้โดยให้บุคคลอื่นประเมินให้ โดยบุคคลอื่นทำการสังเกตแล้วให้เสนอแนะผู้พูดเพื่อทำการพัฒนาการพูดต่อไป หรือประเมินการพูดด้วยตนเอง โดยผู้พูดสามารถประเมินได้จากความสนใจของผู้ฟังว่ามีมากน้อยเพียงใด มีจุดเด่นจุดด้อยอย่างไร ผู้พูดต้องประเมินด้วยใจเป็นกลาง (วินิจ วรรณถนอม, 2540 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) การประเมินโดยใช้แบบประเมินการพูด แบบประเมินการพูดโดยทั่วไปแล้วจะครอบคลุมในด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อหาสาระ การใช้เสียงและภาษา การใช้อากัปกิริยาประกอบ การพูด การปรับตัวให้เข้ากับผู้ฟัง มารยาทในการพูด ความกระตือรือร้น และการรักษาเวลานอกจากนี้ครูสามารถประเมินทักษะการพูดโดยไม่ใช้แบบประเมิน ซึ่งเป็นการประเมินที่อิสระแก่ผู้ประเมินมากที่สุด โดยสังเกตและบันทึกทั้งจุดเด่นจุดด้อยของผู้พูดเพื่อเอาไว้ใช้ตามวัตถุประสงค์ต่อไป (ฐาปนีย์ กาละกาญจน์, 2548 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) โดยระดับการพูดและเกณฑ์การประเมินแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 แสดงระดับและเกณฑ์การประเมินทักษะการพูด

ระดับการพูด	เกณฑ์
1	ไม่เข้าใจในหัวข้อที่พูดดีพอ พูดผิดเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้เตรียมตัวสำหรับการพูดเลย ไม่มีเทคโนโลยี หรือ อุปกรณ์ประกอบการนำเสนอ เสียงเบาผู้ฟังไม่สามารถได้ยินอย่างทั่วถึง ยืนตัวงอ/หรือไม่สบสายตาสื่อผู้ฟังในระหว่างการพูด ไม่เปิดโอกาสให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม และพูดเกินเวลามาก
2	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจดีในบางส่วนของหัวข้อที่นำเสนอ เตรียมตัวพร้อมแต่ไม่ได้มีการซักซ้อมในการนำเสนอ พูดชัดเจนและออกเสียงถูกต้องบ้าง เลือกใช้เทคโนโลยี หรือเครื่องมือที่ช่วยให้การนำเสนอดีขึ้นบ้างแต่ไม่ชัดเจนทั้งหมด เสียงดังสำหรับกลุ่มผู้ฟังบางส่วน ยืนตัวตรงและสบสายตาสื่อผู้ฟังบ้างเป็นบางครั้งในระหว่างการนำเสนอ เปิดโอกาสให้ผู้ฟังมีส่วนร่วมบ้างเล็กน้อย และพูดเกินเวลาไม่มากนัก

ระดับการพูด	เกณฑ์
3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในหัวข้อที่นำเสนอดี เตรียมตัวพร้อมแต่ต้องการข้อแนะนำเสนอเพิ่มเติมมากกว่า 2 รอบ พูดชัดเจน และ ออกเสียงคำถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ตลอดการนำเสนอนักเรียนใช้เทคโนโลยี หรือ อุปกรณ์ประกอบการนำเสนอที่แสดงให้เห็นเป็นความคิดสร้างสรรค์และพิจารณาเลือกใช้สิ่งที่ทำให้การนำเสนอดีขึ้น เสียงดังสำหรับกลุ่มผู้ฟังส่วนใหญ่ ยืนตัวตรง และสบสายตาสื่อผู้ฟังในห้องเรียนระหว่างการนำเสนอเป็นส่วนใหญ่ เปิดโอกาสให้ผู้ฟังมีส่วนร่วมเป็นส่วนใหญ่ และพูดไม่กินเวลา
4	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในหัวข้อที่นำเสนออย่างชัดเจนและสมบูรณ์ มีการเตรียมพร้อมมาอย่างสมบูรณ์ และมีการข้อมนำเสนอเป็นอย่างดี พูดได้ชัดเจน และออกเสียงคำถูกต้องตลอดการนำเสนอ ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์การนำเสนอที่แสดงให้เห็นเป็นความคิดสร้างสรรค์และพิจารณาเลือกใช้สิ่งที่จะช่วยให้การนำเสนอสมบูรณ์แบบ เสียงดังเพียงพอที่จะทำให้ผู้ฟังในห้องทุกคนได้ยินอย่างทั่วถึง อย่างสม่ำเสมอตลอดการนำเสนอ ยืนตัวตรง มีความมั่นใจ มีการสบตากับผู้ฟังในระหว่างมีการนำเสนอตลอดเวลา เปิดโอกาสให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม และไม่พูดกินเวลา

#### การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

จากงานวิจัยของ Baram-Tsabari and Lewenstein (2013) ได้กล่าวถึงเครื่องมือในการประเมินทักษะการเขียนในการสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชน ซึ่งประเมินโดยแบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดและแบบสัมภาษณ์ ระบุองค์ประกอบสำคัญในการเขียนเพื่อสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่ผู้อ่านที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ จากผลงานวิจัยสรุปเกณฑ์ของการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนไว้ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ความชัดเจน เนื้อหา การจัดระเบียบความรู้ ลีลา แนวทางในการเปรียบเทียบ แนวทางในการบรรยาย และแนวทางในการใช้บทสนทนา แต่ละองค์ประกอบสามารถแบ่งตามระดับของการสื่อสาร ได้แก่ ระดับพื้นฐาน ระดับปานกลาง และระดับสูง

ระดับพื้นฐาน (Basic level) ได้แก่ ความชัดเจน เนื้อหา และการจัดระเบียบความรู้

1. ความชัดเจน (Clarity) คือ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร
2. เนื้อหา (Content) คือ การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง
3. การจัดระเบียบความรู้ (Knowledge organization) คือ การกำหนดกรอบ (Framing) ของคำตอบ

ระดับปานกลาง (Intermediate level) ได้แก่ ลีลา แนวทางในการเปรียบเทียบ แนวทางในการบรรยาย

4. ลีลา (Style) คือ อารมณ์ขัน (Humor) ซึ่งรวมทั้งมุขตลก (Joke) และภาษาเชิงเย้ยหยัน (Ironic language)

5. แนวทางในการเปรียบเทียบ (Analogical approach) แบ่งออกเป็น แนวเทียบ (Analogy) และอุปลักษณ์ (Metaphor)

5.1 แนวเทียบ (Analogy) คือ การแปลงเชิงระบบ (Systematic mapping) ระหว่าง 2 สถานการณ์ ได้แก่ แหล่งหรือสถานการณ์ที่คุ้นเคย (Source) และเป้าหมายหรือสถานการณ์ใหม่ (Target)

5.2 อุปลักษณ์ (Metaphor) คือ การเปรียบเทียบมโนทัศน์หนึ่งกับสิ่งหนึ่ง ตัวอย่างเช่น การทำงานของสมองก็เหมือนกับการทำงานของคอมพิวเตอร์

6. แนวทางในการบรรยาย (Narrative approach) คือ การนำตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวันมาประกอบการบรรยาย

ระดับสูง (Advanced level) ได้แก่ แนวทางในการใช้บทสนทนา (Dialogic approach)

7. แนวทางในการใช้บทสนทนา (Dialogic approach) คือ การอธิบายโดยแสดงโลกทัศน์ (World view) มากกว่า 1 ขึ้นไป แบ่งออกเป็น ซึ่งองค์ประกอบนี้ผู้วิจัยจัดประเภทว่าเป็นองค์ประกอบที่มีหรือไม่มีก็ได้

ด้านการประเมินทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ครูสามารถทำได้โดยตรวจสอบผลงานของนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักไวยากรณ์ จุดมุ่งหมายสำคัญ รายละเอียดของเนื้อหา การมีคุณค่าแก่ผู้อ่าน การจัดวางเนื้อหา ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (เอกภาพ) ความสนใจ (ชะอุ่ม โชติทอง, 2549 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) การมีข้อมูลสนับสนุนเพื่อความชัดเจนของเรื่อง เนื้อหาสัมพันธ์กับชื่อเรื่อง มีประเด็นสำคัญสมบูรณ์และชัดเจน สำนวนภาษาเหมาะสมกับบุคคล มีการเชื่อมคำ เชื่อมประโยค เชื่อมข้อความที่ถูกต้อง การเรียบเรียงถ้อยคำต่อเนื่องเป็นลำดับเข้าใจง่าย มีการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ เครื่องหมายวรรคตอนถูกต้อง มีความสะอาดเรียบร้อย (สำนักทดสอบทางการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2542 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557)

สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์ (2552) อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินทักษะการเขียนของนักเรียน ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แสดงระดับและเกณฑ์การประเมินทักษะการเขียน

ระดับการเขียน	เกณฑ์
1	เขียนได้ถูกต้อง ตามลำดับเหตุการณ์ที่นึกคิด แต่แสดงความคิดเห็นยังไม่ชัดเจนและสมบูรณ์
2	เขียนได้ถูกต้อง ตามลำดับเหตุการณ์ที่นึกคิด แต่แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจนและสมบูรณ์ ปานกลาง
3	เขียนได้ถูกต้อง ตามลำดับเหตุการณ์ที่นึกคิด แต่แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจนและสมบูรณ์

จากการศึกษางานวิจัย สรุปได้ว่าองค์ประกอบในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีลักษณะร่วมกัน ดังตารางที่ 4-5

**ตารางที่ 4** ลักษณะร่วมขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด

ลักษณะร่วม	นักการศึกษาและผู้วิจัย		
	Kulgemeyer and Schecker (2013)	Hinko, Seneca, and Finkelstein (2014)	ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557)
1. เนื้อหา	✓	✓	✓
2. การเลือกใช้ภาษา	✓	✓	✓
3. การเลือกใช้สิ่งแทนความ เช่น แผนภูมิ กราฟ รูปภาพ	✓	-	-
4. บริบท	✓	✓	-
5. การใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์การนำเสนอ	-	-	✓
6. บุคลิกผู้พูด	-	-	✓
7. มารยาทในการพูด	-	-	✓



ลักษณะร่วม	นักการศึกษาและผู้วิจัย		
	Kulgemeyer and Schecker (2013)	Hinko, Seneca, and Finkelstein (2014)	ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557)
8. ความดังและชัดเจน ของเสียง	-	-	✓
9. การสบตาผู้ฟัง	-	-	✓

**ตารางที่ 5** ลักษณะร่วมขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

ลักษณะร่วม	นักการศึกษาและผู้วิจัย	
	Baram-Tsabari and Lewenstein (2013)	ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557)
1. เนื้อหา	✓	✓
2. การเลือกใช้ภาษา	✓	-
3. การจัดระเบียบ เนื้อหา	✓	✓
4. ใช้ตัวอย่างที่พบใน ชีวิตประจำวัน (บริบท)	✓	-

จากการพิจารณาแนวทางการประเมินและองค์ประกอบสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์พบว่า องค์ประกอบของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามงานวิจัยของ Kulgemeyer and Schecker (2013) มีลักษณะร่วมกับองค์ประกอบในงานวิจัยอื่น ๆ และเป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจสาระสำคัญของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น มีรายละเอียดของตัวอย่างการประเมินในแต่ละองค์ประกอบชัดเจน บางองค์ประกอบที่ไม่ได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากมีลักษณะเป็นการสื่อสารทั่วไป เช่น บุคลิกผู้พูด ความดังของเสียง หรือการสบตาผู้ฟัง ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) เนื้อหา 2) บริบท 3) ภาษา และ 4) สิ่งแทนความ ดังตารางที่ 6

## ตารางที่ 6 องค์ประกอบสำคัญและพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบสำคัญ	พฤติกรรมบ่งชี้
1) เนื้อหา	ระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้ฟังอยากรับสารมากขึ้น
2) บริบท	เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น
3) ภาษา	เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความคำศัพท์นั้น
4) สิ่งแทนความ	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการส่งสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

## 2. การทำงานเป็นทีม

การศึกษาการทำงานเป็นทีม มีประเด็นที่น่าเสนอ 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสำคัญของการทำงานเป็นทีม 2) ความหมายของการทำงานเป็นทีม 3) องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม 4) ลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดี และ 5) แนวทางการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ความสำคัญของการทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาเอกสารและตำรา พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ระบุถึงความสำคัญของการทำงานเป็นทีมไว้ดังนี้

ทิตินา แชมมณี (2537) ได้ประมวลความสำคัญของการทำงานเป็นทีมออกเป็น 6 ประการ ดังนี้

1. มนุษย์ทุกคนมีความจำกัดในเรื่องพลัง การทำงานใด ๆ เพียงคนเดียวให้สำเร็จนั้นย่อมเป็นการยาก โดยเฉพาะงานใหญ่แล้ว กำลังเพียงคนเดียวนั้นคงทำไม่ได้ จำเป็นต้องพึ่งกำลังพลังแรงของ

ผู้อื่น ดังคำสุภาษิตโบราณกล่าวไว้ว่า “งานใดหากเหลือกำลังยาก ให้ออกปากบอกแขกช่วยแบกหาม” ดังนั้นการทำงานเป็นทีมจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น โดยเฉพาะในการทำงานใหญ่ หรืองานที่สลับซับซ้อน

2. มนุษย์ทุกคนมีความจำกัดและความแตกต่างในเรื่องสติปัญญาความสามารถ การคิดจะทำการงานใด ๆ หัวเดียวย่อมสู้หลายหัวไม่ได้ เพราะหลายคนสามารถช่วยกันคิดช่วยกันดูได้กว้างขวางขึ้น รอบคอบขึ้น

3. มนุษย์เป็นสัตว์สังคม อยู่อย่างโดดเดี่ยวเพียงลำพังไม่ได้ จำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยกันและกัน การที่มนุษย์ได้ชื่อว่าเป็นสัตว์สังคมนี้ ก็เพราะมนุษย์มีความต้องการที่จะมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น การที่มนุษย์มีโอกาสที่จะอยู่และทำงานร่วมกับผู้อื่น จึงเป็นการสนองความต้องการขั้นพื้นฐานที่จำเป็นของมนุษย์

4. ลักษณะของสังคมปัจจุบัน เป็นสังคมที่ต้องมีการทำงานร่วมกันในทุกระดับและทุกองค์กร หากเราไม่มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมแล้ว ก็จะเกิดปัญหาไปในทุกระดับและทุกองค์กร เป็นอุปสรรคต่อความเป็นอยู่และความก้าวหน้าของสถาบันและของประเทศ

5. การทำงานเป็นทีมให้ผลงานที่ดีกว่าการทำงานเดี่ยว เนื่องจากการมารวมตัวกันเป็นทีมนั้น มีความหมายมากกว่าการนำบุคคลมารวมกัน ดังตัวอย่างที่ทดลองในประเทศญี่ปุ่น คนงาน 1 คน ประกอบรถเท้าได้ 3 คู่ต่อวัน ดังนั้นคนงาน 10 คน จะประกอบรถเท้าได้ 30 คู่ต่อวัน แต่ถ้าคนงาน 10 คนนี้ทำงานเป็นทีมแล้ว ทีมงานนี้จะประกอบรถเท้าได้ 50 คู่ต่อวัน การทดลองนี้ชี้ให้เห็นชัดว่าการทำงานเป็นทีมให้ผลดีกว่าและมากกว่าการทำงานแบบต่างคนต่างทำ

6. การที่บุคคลได้มีโอกาสมารวมกลุ่มกันทำงานเป็นทีมนี้ช่วยให้บุคคลนั้นได้เรียนรู้จากผู้อื่น เกิดเป็นความเจริญงอกงามแห่งตนขึ้น ในขณะที่เดียวกันความเจริญส่วนบุคคลก็จะส่งผลให้กลุ่มเจริญงอกงามตามไปด้วย

วราภรณ์ ตระกูลสถิตย์ (2549) ได้สรุปสาระสำคัญของการทำงานเป็นทีม ไว้ดังนี้

1. เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา
2. เพื่อผลประโยชน์ทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม
3. เพื่อความรู้สึกลอดภัยและมั่นคง
4. เพื่อตอบสนองความต้องการของจิตใจ เช่น ความต้องการใฝ่สัมพันธ์ ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการการยกย่องนับถือ ความต้องการพัฒนาตนเอง

จากการศึกษาความสำคัญของการทำงานเป็นทีม สรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีมเป็นการรวมบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ และศักยภาพที่แตกต่างกันมาทำงานให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของทีม ทำให้เราสามารถทำงานที่ยากและซับซ้อนได้ เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ลดปัญหาการทำงานในสังคม

ทุกระดับ ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตอบสนองความต้องการของจิตใจ และเกิดการพัฒนาตนเองเนื่องจากได้เรียนรู้จากผู้อื่น

## 2.2 ความหมายของการทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาเอกสารและตำราทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของการทำงานเป็นทีมจากนักการศึกษาและนักวิชาการ ไว้ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2537) ได้ให้ความหมายของการทำงานเป็นทีมกับการทำงานเป็นกลุ่มด้วยความหมายเดียวกันไว้ว่า “การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่กลุ่มบุคคลเข้ามาร่วมปฏิบัติงานอย่างใดอย่างร่วมกัน และทุกคนในกลุ่มมีบทบาทในการช่วยดำเนินงานของกลุ่ม มีการติดต่อสื่อสารประสานงาน และตัดสินใจร่วมกัน เพื่อให้งานบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย เพื่อประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม”

วรารักษ์ ตระกูลสฤณี (2549) ได้ให้ความหมายของการทำงานเป็นทีมไว้ว่า “การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลมารวมกลุ่มกันเพื่อร่วมมือในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยการร่วมมือกัน ประสานงานกัน มุ่งตั้งศักยภาพที่มีจากบุคคลแต่ละคนภายในกลุ่มออกมาช่วยในการดำเนินกิจกรรมให้งานบรรลุเป้าหมาย”

Nolan (1989) ได้กล่าวถึงคำจำกัดความของการทำงานเป็นทีมไว้ว่า “การทำงานเป็นทีม คือการทำงานร่วมกัน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน โดยสมาชิกต้องเสียสละความเป็นส่วนตัวเท่าที่จำเป็น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว”

Dickinson and McIntyre (1997) ได้กล่าวถึงความหมายของการทำงานเป็นทีมไว้ว่า “การทำงานเป็นทีม หมายถึง พฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่มที่แบ่งปันข้อมูลและร่วมมือกันทำงาน”

Wang, MacCann, Zhuang, Liu, and Roberts (2009) ได้กล่าวถึงคำนิยามของการทำงานเป็นทีมไว้ว่า “การทำงานเป็นทีม หมายถึง การทำงานร่วมกันผู้อื่น การช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจกันและกัน ร่วมกันแก้ปัญหาความขัดแย้ง และให้คำแนะนำผู้อื่น”

Crebert (2011) ได้ให้คำนิยามของทักษะการทำงานเป็นทีมไว้ว่า “ทักษะการทำงานเป็นทีมเป็นการรวมกันระหว่างการมีทักษะปฏิสัมพันธ์ ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งจำเป็นที่ทุกคนในกลุ่มต้องใช้ในการทำงาน ทุกคนมีบทบาทหน้าที่ของตน มุ่งทำงานไปที่เป้าหมายเดียวกัน ซึ่งให้ผลลัพธ์มากกว่าการทำงานแยกกันเดี่ยว ๆ”

จากการศึกษาความหมายของการทำงานเป็นทีม สรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การทำงานร่วมกันของกลุ่มบุคคล แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ในการทำงานของทีม มีส่วนร่วมใน

การดำเนินงานและวางแผนการทำงาน ยอมรับความแตกต่างของสมาชิกในทีมและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่องานที่ทำ และตั้งศักยภาพของแต่ละคนในทีมออกมาเพื่อดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมายร่วมกันของทีม

### 2.3 องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาเอกสารและตำรา พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ระบุถึงองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมไว้ดังนี้

ทิตินา แชมมณี (2537) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญในการทำงานเป็นทีมไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านผู้นำหรือทีมงาน ผู้นำนับเป็นบุคคลที่สำคัญมากในการดำเนินงานของกลุ่ม กลุ่มใดขาดผู้นำก็ยากที่จะทำงานให้เป็นผลสำเร็จ เพราะขาดแกนกลางที่สำคัญที่จะเป็นฟันเฟืองในการช่วยให้กลุ่มดำเนินงาน หากกลุ่มใดมีผู้นำที่มีคุณสมบัติที่ดี รู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตน และมีทักษะในการปฏิบัติตนตามหน้าที่นั้นแล้ว ก็นับได้ว่ากลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากผู้นำนั้นมีลักษณะผู้นำที่ดี และสามารถใช้อำนาจผู้นำได้เหมาะสมกับสถานการณ์แล้ว กลุ่มนั้นย่อมบรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว ความสำคัญของผู้นำต่อกลุ่มหรือทีมงานนี้ ได้รับการทดลองพิสูจน์และยืนยันจากงานวิจัยจำนวนมาก จึงกล่าวได้ว่าผู้นำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อความสำเร็จ และประสิทธิภาพของการทำงานเป็นทีม

2. องค์ประกอบด้านบทบาทสมาชิกกลุ่ม ในการทำงานเป็นทีมใด ๆ ก็ตาม หากกลุ่มมีผู้นำที่ดีถึงแม้ว่าจะดีเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าสมาชิกกลุ่มขาดความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตน และไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มที่ดี กลุ่มนั้นจะทำงานให้บรรลุสำเร็จได้ยาก เพราะการทำงานเป็นทีมต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากผู้ร่วมงานทุกคนเป็นสำคัญ ดังนั้นสมาชิกกลุ่มเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การทำงานเป็นทีมบรรลุเป้าหมาย หากผู้ร่วมทีมหรือสมาชิกกลุ่มทุกคนตระหนักในความสำคัญของตน และพยายามปฏิบัติตนในการทำงานในฐานะสมาชิกที่ดีของกลุ่ม การดำเนินงานของกลุ่มก็จะสามารถประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว

3. องค์ประกอบด้านกระบวนการทำงาน กลุ่มหรือทีมงานใดก็ตามหากมีผู้นำที่ดี มีสมาชิกกลุ่มที่เข้าใจและช่วยกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่แล้ว กลุ่มนั้นก็ยังมีแนวโน้มที่จะดำเนินไปได้ดี อย่างไรก็ตามถึงแม้คนจะดีสักเพียงใด แต่กระบวนการดำเนินงานไม่เหมาะสม กลุ่มก็อาจประสบกับปัญหามากมาย ตัวอย่างง่าย ๆ เห็นกันทั่วไป เช่น กลุ่มที่ทำงานโดยขาดการวางแผนร่วมกัน ความไม่เข้าใจในแผนงานและขั้นตอนการทำงาน อาจเป็นสาเหตุทำให้การดำเนินงานของสมาชิกเป็นไปคนละทิศคนละทาง เป็นปัญหาต่อการบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม อีกประการหนึ่งกระบวนการทำงานที่ไม่ดีพออาจก่อให้เกิดปัญหาระหว่างบุคคลขึ้นมา ทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดการแตกแยกกันได้ ดังนั้น กระบวนการทำงานจึงนับเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลยิ่งต่อการทำงานเป็นทีม กลุ่มใดมี

ความเข้าใจในกระบวนการทำงานที่ดี และสามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม กลุ่มนั้นก็มักจะประสบผลสำเร็จในการทำงาน

วราภรณ์ ตระกูลสฤกษ์ (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการทำงานเป็นทีม ดังนี้

#### 1. มีเป้าหมายร่วมกัน

การทำงานเป็นทีมจะเกิดผลดี สมาชิกทุกคนในทีมต้องมีเป้าหมาย กล่าวคือมีการรับรู้ ทราบถึงแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของทีมในเรื่องเดียวกัน นั่นคือการมุ่งให้ทุกคนในทีมช่วยกัน ร่วมมือ ร่วมแรงร่วมใจกันดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จตรงตามเป้าหมายหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์ของทีม

#### 2. การยอมรับนับถือกัน

การรวมกลุ่มกันทำงานเป็นทีม ภายใต้ความเชื่อที่ว่าทุกคนในทีมมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน และหวังว่าหากได้มีการนำความแตกต่างของทุกคนในทีมมาใช้ ย่อมจะทำให้งานของทีมหรืองานกลุ่มนั้นมีคุณภาพดี คือเป็นงานที่สามารถดึงเอาศักยภาพ หรือความสามารถของทุก ๆ คนที่มีอยู่มาใช้เป็นประโยชน์ต่องานส่วนรวม ดังนั้นสมาชิกทุกคนในทีมจะต้องยอมรับนับถือกันในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1) คนแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถไม่เหมือนกัน

2) ยอมรับในความแตกต่างของมนุษย์ ได้แก่ ความแตกต่างทางความคิด อารมณ์ความรู้สึก ความเข้าใจ ฯลฯ

3) ยอมรับในศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ ที่ต้องการการเอาใจใส่ การยกย่อง การยอมรับ การให้เกียรติซึ่งกันและกัน

#### 3. ความร่วมมือ พร้อมใจในการทำงาน

ทุกคนในทีมล้วนมีความสำคัญ ประดุงฟันเฟืองของเครื่องจักรกลไก ซึ่งขาดไม่ได้แม้แต่เม็ดนี้อตตัวเล็ก ๆ เพียงตัวหนึ่ง งานของกลุ่มก็เช่นกัน กล่าวคือ งานของกลุ่มมีอาจทำสำเร็จได้เพียงลำพังแค่ความสามารถของคน ๆ เดียวเท่านั้น หากต้องอาศัยความร่วมมือร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกทุก ๆ คน ในการระดมความคิด ช่วยกันแสดงความคิดเห็น อันจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนทาง ช่วยกันวิเคราะห์วางแผนการทำงาน และละเอียดลึกซึ้งไปจนถึงการร่วมกันปฏิบัติงานตามแผนที่กลุ่มได้ช่วยกันวางแผนเอาไว้ ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

#### 4. การแบ่งงานกันทำตามความรู้ความสามารถ

การจัดแบ่งการทำงานถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานเป็นทีมหลักการแบ่งงานกันทำภายในทีม ควรยึดหลักการแบ่งงานตามความรู้ ความสามารถ และความพึงพอใจ กล่าวคือการจะมอบหมายให้ใครทำงานอะไร มากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถที่บุคคลนั้น ๆ มีอยู่

ในหัวหน้าหน้ากลุ่ม หรือ ผู้นำของทีมควรเป็นผู้ที่รู้จักและคุ้นเคยกับสมาชิกภายในทีมเป็นอย่างดี เพียงพอที่จะรู้ว่าใครเป็นอย่างไร ใครชอบงานแบบไหน ใครถนัดทำงานประเภทใด เพื่อที่จะสามารถมอบหมายงานและหน้าที่ความรับผิดชอบให้ตรงตามความรู้ความสามารถของบุคคลผู้นั้น

สมาชิกในทีมมีความสำคัญเช่นกัน ควรมีส่วนช่วยในการแบ่งงาน การมอบหมายงาน กล่าวคือทุกคนภายในทีม ควรได้ช่วยกันเปิดเผยตัวเองให้ผู้อื่นได้รู้จัก และทราบว่าตัวเรานั้นมีความรู้ความสามารถ ความถนัดและความพึงพอใจในการทำงานแบบใด เพื่อจะได้เป็นการง่ายสำหรับการมอบหมายงาน เพื่อช่วยกระจายงานและความรับผิดชอบไปสู่สมาชิกทุกคนอย่างทั่วถึง

#### 5. ความรับผิดชอบ

ความรับผิดชอบถือเป็นหัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำงานร่วมกัน เพราะความรับผิดชอบของแต่ละคนหมายถึงความสำเร็จของกลุ่ม/ทีมงาน สมาชิกในทีมจะต้องรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองต่อกลุ่มสมาชิกโดยรวมและยังต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเอง จึงจะช่วยให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ กล่าวคือ ทีมสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์

#### 6. ความเข้าใจซึ่งกันและกัน และความผูกพันต่อกัน

ความเข้าใจซึ่งกันและกัน ช่วยให้สมาชิกทีมมีความผูกพันกัน เข้าใจกัน เรียนรู้ความแตกต่างกันและกัน จะช่วยให้การทำงานร่วมกันมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

Tarricone and Luca (2002) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญที่ทำให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จไว้ดังนี้

1. ข้อตกลงร่วมกันต่อความสำเร็จของทีมและเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกัน (Commitment to team success and shared goal)

สมาชิกแต่ละคนภายในทีมต้องมีข้อตกลงร่วมกันต่อความสำเร็จของทีมและเป้าหมายที่วางไว้ร่วมกันต่อโครงการนั้น ๆ โดยทีมจะประสบความสำเร็จได้สมาชิกต้องได้รับการกระตุ้น มีส่วนร่วมช่วยเหลือกัน และตั้งเป้าให้ทีมประสบความสำเร็จในระดับสูงสุด

#### 2. การพึ่งพาอาศัยกัน (Interdependence)

สมาชิกทุกคนภายในทีมจำเป็นต้องสร้างสภาพแวดล้อมที่ทุกคนร่วมกันให้ความช่วยเหลือกันทำงานมากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคล สภาพแวดล้อมการพึ่งพาอาศัยกันในเชิงบวกจะทำให้ทีมประสบความสำเร็จตามเป้าหมายในระดับที่สูงขึ้นไป สมาชิกแต่ละคนควรส่งเสริมและให้กำลังใจสมาชิกคนอื่นในทีมเพื่อให้ประสบความสำเร็จและได้เรียนรู้การทำงานจากผู้อื่น

#### 3. ทักษะระหว่างบุคคล (Interpersonal skills)

ความสามารถในการอภิปรายแบบเปิดกับสมาชิกคนอื่นในทีม มีความซื่อสัตย์ ความไว้วางใจให้การสนับสนุน และให้ความเคารพและเอาใจใส่สมาชิกคนอื่นในทีม

4. การสื่อสารแบบเปิดและการให้ผลป้อนกลับเชิงบวก (Open communication and positive feedback)

รับฟังสมาชิกคนอื่นในทีมและเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นร่วมกันเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมของการทำงานที่มีประสิทธิภาพ สมาชิกในทีมควรเต็มใจในการให้และรับคำวิจารณ์ และให้ผลป้อนกลับตามสภาพจริง

5. การวางองค์ประกอบของทีมอย่างเหมาะสม (Appropriate team compositions)

การวางองค์ประกอบของทีมอย่างเหมาะสมมีความสำคัญในการทำให้ทีมประสบความสำเร็จ สมาชิกในทีมจำเป็นต้องตระหนักถึงบทบาทของบทบาทหน้าที่ของตนเองในทีมและเข้าใจว่าทีมคาดหวังอะไรจากบทบาทหน้าที่ของตน

6. ข้อตกลงร่วมกันต่อกระบวนการทำงานของทีม ความเป็นผู้นำ และภาระความรับผิดชอบ (Commitment to team processes, leadership, and accountability)

สมาชิกในทีมจำเป็นต้องมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย จำเป็นต้องตระหนักถึงกระบวนการทำงานของทีม และความเป็นผู้นำก็เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ทีมประสบความสำเร็จ รวมถึงการตัดสินใจและการแก้ปัญหาร่วมกัน

จากการศึกษาองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญได้ว่า การทำงานเป็นทีมมีองค์ประกอบสำคัญ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความเป็นผู้นำ สมาชิกในทีมควรมีลักษณะผู้นำที่ดี สามารถใช้ภาวะผู้นำได้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีความกล้าแสดงออกในการเสนอความคิดหรือมีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในเพื่อนำพาทีมให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว

2. การรู้จักบทบาทหน้าที่ สมาชิกควรแบ่งบทบาทหน้าที่ตามความรู้และความสามารถของสมาชิกและคน และสมาชิกแต่ละคนรู้จักบทบาทหน้าที่และปฏิบัติตัวตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

3. การมีเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกควรและเข้าใจเป้าหมายในการทำงานของทีมร่วมกัน และปฏิบัติงานโดยมุ่งให้ทีมประสบความสำเร็จและบรรลุตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

4. ความร่วมมือในการทำงาน สมาชิกให้ความร่วมมือในการทำงาน มีการระดมความคิดเห็น ช่วยกันแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ช่วยกันวิเคราะห์วางแผนการทำงาน และช่วยกันลงมือทำงานเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

5. การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน สมาชิกยอมรับนับถือกัน เข้าใจในความต่างของสมาชิกแต่ละคน มีการให้เกียรติและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความผูกพันและเรียนรู้ความแตกต่างเพื่อนำมาพัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น



6. ความรับผิดชอบ สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบต่องานที่ทำ ตั้งใจทำงานให้ครบถ้วน ถูกต้อง และเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด เข้าใจว่าความสำเร็จของทีมคือความสำเร็จของตนและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายเสมือนรับผิดชอบทำงานของตนเอง

## 2.4 ลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดี

จากการศึกษาดำรงภายในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดีไว้ดังนี้

วราภรณ์ ตรีกุลสุษดี (2549) ได้กล่าวถึงลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่ดีไว้ดังนี้

1. ควรกำหนดขอบเขตหน้าที่ ความรับผิดชอบ โดยการแบ่งงานกันทำตาม ความรู้ ความสามารถที่แต่ละคนมีความถนัด มีความเชี่ยวชาญ ตามความพึงพอใจ ในการทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมนี้ จำเป็นต้องกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจนเพื่อป้องกันความสับสนและขัดความรับผิดชอบ และเป็นที่ยอมรับกันในทุกองค์การว่าการทำงานจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด หากสมาชิกของกลุ่มมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็น เข้าร่วมแก้ปัญหาและอุปสรรค ผลที่สุดคือร่วมกันตัดสินใจในงานของตน

2. จำนวนสมาชิกในทีมต้องมีพอเหมาะ จำนวนสมาชิกในการทำงานเป็นทีม ไม่ควรมีจำนวนมากเกินไป เพราะอาจจะทำให้เกิดกลุ่มวงใน (Inner group) เมื่อกลุ่มมีสมาชิกมากกว่า 3 คนขึ้นไป

3. มีการกำหนดระยะเวลา ในการทำงานร่วมกัน ควรมีการกำหนดขอบเขต หรือระยะเวลาไว้แน่ชัด เพื่อเป็นกรอบ หรือ แนวทางในการทำกิจกรรมร่วมกันอย่างมีที่เป้าหมายชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4. ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเรียนรู้เป็นทีมและผลงานของทีม กล่าวคือ การสามารถจัดการ แก้ปัญหาในทีมได้ดี การเรียนรู้ในทีม และผลงานของทีมจะประสบความสำเร็จสูงเช่นเดียวกัน

5. การเรียนรู้เป็นทีมจะช่วยสนับสนุนให้เกิดความสัมพันธ์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้น และช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ สมาชิกภายในทีม จึงจำเป็นต้องมีการเปิดใจ เรียนรู้ที่จะเข้าใจเพื่อนในฐานะสมาชิกของกลุ่มที่เป็นส่วนหนึ่งของทีม โดยสร้างความคุ้นเคย ให้มีความใกล้ชิดสนิทสนมต่อกัน เพื่อจะให้เกิดความรัก ความผูกพัน มีความรู้สึกเข้าใจ เป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน อันจะนำไปสู่ความสมัครสมานสามัคคี ร่วมมือ ร่วมแรง ร่วมใจในการทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายของทีมงาน

Garner (1995) ได้กล่าวถึงลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพและทำให้ทีมประสบความสำเร็จ โดยแบ่งออกเป็น 8 ลักษณะ ดังนี้

1. เป้าหมาย (Goal)

ทีมต้องมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการทำงานอย่างชัดเจน สมาชิกแต่ละคนควรมองเห็นความสำคัญของเป้าหมายของทีมมาก่อนเป้าหมายของแต่ละบุคคล

## 2. โครงสร้าง (Structure)

ต้องมีการออกแบบโครงสร้างของทีมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการทำงานของทีม ซึ่งได้ระบุประเภทของทีมไว้ 3 โครงสร้าง ได้แก่ 1) โครงสร้างของทีมแก้ปัญหา (Problem resolution team) จำเป็นต้องส่งเสริมความเชื่อใจ 2) โครงสร้างของทีมเชิงสร้างสรรค์ (Creative team) จำเป็นต้องส่งเสริมอิสระในการทำงานของแต่ละคน (Autonomy) และ 3) โครงสร้างของทีมเชิงยุทธวิธี (Tactical team) จำเป็นต้องส่งเสริมความชัดเจน

## 3. สมาชิกที่มีความสามารถ (Competent members)

ทีมจะประสบความสำเร็จได้สมาชิกในทีมต้องมีความสามารถ ผู้วิจัยพบว่าสมาชิกควรมีความสามารถทั้งด้านทักษะที่เชี่ยวชาญเฉพาะอย่างและทักษะส่วนบุคคลในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถของสมาชิกในทีมมีความจำเป็นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของทีม

## 4. ข้อตกลงร่วมกันที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Unified commitment)

สมาชิกของทีมที่ประสบความสำเร็จต้องแสดงตัวตนอย่างชัดเจนกับข้อตกลงของทีมและแสดงให้เห็นว่าเราเป็นใคร

## 5. บรรยากาศการร่วมมือรวมพลัง (A collaborative climate)

บรรยากาศที่สมาชิกในทีมรู้จักบทบาทหน้าที่ชัดเจน มีความรับผิดชอบ และมีการสื่อสารถึงกัน ช่วยส่งเสริมความรู้สึกไว้วางใจในระหว่างสมาชิกในทีม และเปิดใจให้เกิดการอภิปรายและการตัดสินใจ

## 6. มาตรฐานของความเป็นเลิศ (Standards of excellence)

มาตรฐานของความเป็นเลิศอาจมาจากแหล่ง 4 แหล่ง ได้แก่ จากตัวบุคคลแต่ละคน จากทีม จากผลลัพธ์ของการทำงานไม่ว่าจะเป็นความสำเร็จหรือความล้มเหลว และจากแหล่งที่อยู่ภายนอกทีม

## 7. การสนับสนุนและการยอมรับจากภายนอก (External support and recognition)

ทีมจำเป็นต้องได้แหล่งทรัพยากรเพื่อให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย มีการสนับสนุนจากบุคคลหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง การยอมรับ หรือรางวัลสำหรับการปฏิบัติงาน

## 8. ผู้นำที่มีหลักการ (Principled leadership)

พฤติกรรมของผู้นำที่มีประสิทธิภาพมี 3 ลักษณะ ได้แก่ การมีวิสัยทัศน์ สร้างความเปลี่ยนแปลง และมีการปลดปล่อยศักยภาพในการทำงานอย่างเต็มที่

## 2.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

สมาชิกแต่ละคนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่แตกต่างกัน ดังนั้นความสามารถในการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินได้ด้วยตนเองหรือผู้อื่นในทีม (Loughry, Ohland, & Moore, 2007) พบว่า การประเมินให้คะแนนตนเองอาจเกิดการบิดเบือนได้ และถ้าให้ผู้อื่นในทีมเป็นผู้ประเมินก็อาจส่งผลให้เกิดความลำเอียงเพราะมีความเชื่อหรือคิดว่าใคร มีดีอะไรอย่างหนึ่ง มักดีไปหมดทุก ๆ อย่าง (Halo effect) ดังนั้นการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมความใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ผู้ถูกประเมินควรได้รับการประเมินทั้งการประเมินด้วยตนเอง การประเมินจากผู้อื่นในทีม และการประเมินโดยครู (Wang et al., 2009)

Wang et al. (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวทางในการประเมินการทำงานเป็นทีมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ การรายงานตนเอง (Self-report) การประเมินโดยตัดสินจากสถานการณ์ (Situational judgment test; SJT) และการรายงานโดยครู (Teacher-report) จากการเปรียบเทียบวิธีการประเมินการทำงานเป็นทีมที่หลากหลายพบว่าแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกันไป โดยปัญหาที่พบเบื้องต้นของการประเมินตนเองคือนักเรียนมีการประเมินที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง อาจดีกว่าหรือแย่กว่าความเป็นจริง ซึ่งการประเมินโดยครูจะลดปัญหาความลำเอียงตรงจุดนี้ได้ แต่ข้อเสียของการประเมินโดยครูคือไม่สามารถประเมินนักเรียนได้อย่างทั่วถึง นอกจากนี้การประเมินโดยครูทำได้ยากเนื่องจากในขณะการจัดการเรียนรู้ครูต้องทำหน้าที่อื่นด้วย ส่วนการประเมินโดยตัดสินจากสถานการณ์มีความน่าเชื่อถือกว่าการประเมินตนเองเพราะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แต่พบปัญหาตรงที่ในการประเมินมักมีตัวหนังสือให้นักเรียนอ่านจำนวนมาก นักเรียนอาจประเมินโดยข้ามการอ่านสถานการณ์นั้นไป

Lingard (2010) กล่าวว่าการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินได้ 2 ประเด็น 1) ประเมินการทำงานเป็นทีมของทั้งทีม 2) การประเมินการทำงานเป็นทีมของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งมีความสนใจหลักไปที่การประเมินการทำงานเป็นทีมในประเด็นที่ 2 เนื่องจากต้องการพัฒนาทักษะในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนแต่ละคน

จากนิยามเชิงปฏิบัติการ Lingard ได้ระบุแนวทางหลัก 3 ประการ ในการประเมินการทำงานเป็นทีม ได้แก่ การสังเกตด้วยตนเอง (Independent observation) การประเมินผลงานของแต่ละคน (Evaluating individual contributions) และการประเมินโดยสมาชิกคนอื่น (Peer review)

1. การสังเกตด้วยตนเอง (Independent observation) เป็นการประเมินที่ต้องการผู้ประเมินซึ่งเป็นครู ผู้ช่วยในห้องปฏิบัติการ หรือผู้สังเกตจากภายนอก มาช่วยประเมินการทำงานเป็น

ทีมจากกิจกรรมที่นักเรียนทำโดยมีเกณฑ์ร่วมกัน การประเมินแบบนี้ช่วยลดความลำเอียงในการประเมิน แต่นักเรียนจะรู้ตัวว่ากำลังถูกประเมินซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการทำงาน

2. การประเมินผลงานของแต่ละคน (Evaluating individual contributions) เป็นการประเมินจากหลักฐานซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนแต่ละคนที่เป็นสมาชิกในทีม วิธีการหนึ่งที่ได้คือให้นักเรียนตั้งกลุ่มอภิปรายออนไลน์ขึ้นเพื่อสื่อสารกันในกลุ่มและครูสามารถติดตามเพื่อประเมินนักเรียนแต่ละคนได้ การประเมินแบบนี้จะลดผลกระทบจากการที่ผู้ประเมินพบกันนักเรียนตัวต่อตัว

3. การประเมินโดยสมาชิกคนอื่น (Peer review) สมาชิกแต่ละคนประเมินการทำงานของสมาชิกในกลุ่มด้วยเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อการประเมินที่มีประสิทธิภาพผู้ประเมินไม่ควรเขียนชื่อลงไป การประเมินแบบนี้มีข้อเสียตรงที่นักเรียนบางคนลังเลที่จะเขียนวิจารณ์การทำงานของเพื่อนคนอื่นในเชิงลบ

ในการประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียนแต่ละคน Lingard เลือกการประเมินโดยสมาชิกคนอื่น (Peer assessment) และใช้แบบประเมินที่มีเกณฑ์คำถาม ดังตารางที่ 7

**ตารางที่ 7** ตัวอย่างแบบประเมินทำงานเป็นทีมโดยสมาชิกคนอื่น

การปฏิบัติตัวของสมาชิก	สมาชิก				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
1. เข้าร่วมการประชุมทุกครั้ง					
2. เข้าประชุมตรงเวลาทุกครั้ง					
3. เสนอความคิดใหม่ ๆ					
4. แสดงความคิดเห็น					
5. สื่อสารกับสมาชิกคนอื่นได้อย่างชัดเจน					
6. แบ่งปันความรู้กับสมาชิกคนอื่น					
7. พิจารณาคำแนะนำจากสมาชิกคนอื่น					
8. ยอมรับคำแนะนำจากสมาชิกคนอื่น					
9. พยายามเข้าใจการพูดของสมาชิกคนอื่น					
10. ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น					
11. ขอความช่วยเหลือจากสมาชิกคนอื่น					
12. ทำงานเดี่ยวที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงเวลา					
13. ทำงานเดี่ยวที่ได้รับมอบหมายเสร็จอย่างมีคุณภาพ					
14. แบ่งงานกันด้วยความยุติธรรม					

การปฏิบัติตัวของสมาชิก	สมาชิก				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
15. ทำตามเป้าหมายของทีม					
16. ให้ความเคารพต่อสมาชิกคนอื่น					
17. มีความสามารถในการวิจัยและรวบรวมข้อมูล					
18. แยกแยะว่าสิ่งใดสำคัญและสิ่งใดที่ไม่สำคัญออกจากกันได้					

Crebert (2011) ได้ระบุการประเมินการทำงานเป็นทีมซึ่งสามารถประเมินได้ทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน ตัวอย่างเช่น วัตถุประสงค์การเรียนรู้ต้องการศึกษาผลิตผล (Productivity) หรือกระบวนการทำงาน (Process) ของกลุ่ม

หลักการประเมินการทำงานเป็นทีมให้มีความเที่ยง ความตรง และความน่าเชื่อถือ มีดังนี้

1. ประเมินการทำงานเป็นทีมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เท่านั้น
2. สร้างความชัดเจนให้กับนักเรียนถึงวัตถุประสงค์ของการประเมินการทำงานเป็นทีม
3. ออกแบบแบบประเมินการทำงานเป็นทีมให้สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้
4. กระตุ้นและช่วยเสริมแรงการทำงานเป็นทีมให้มีประสิทธิภาพ เช่น ติดตามงานของทีมและให้ข้อมูลป้อนกลับ จัดเวลาการประชุมการทำงานเป็นทีมของนักเรียน
5. หากใช้การประเมินตนเองหรือประเมินโดยสมาชิกในกลุ่มให้ครูออกแบบแบบประเมินให้ใช้ง่ายและชัดเจน
6. การประเมินควรทำให้ง่ายขึ้นด้วยการมีองค์ประกอบของทีมและแบ่งน้ำหนักงานของสมาชิกแต่ละคนในทีม

Southern Cross University (2013) ได้ระบุการประเมินการทำงานเป็นทีมโดยกล่าวว่าการประเมินการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินได้ทั้งผลลัพธ์ (Output) และประเมินกระบวนการ (Process) นอกจากนี้ยังสามารถประเมินทั้งกลุ่มหรือประเมินในรายบุคคลได้เช่นกัน นอกจากนี้การประเมินการทำงานเป็นทีมสามารถประเมินได้โดยการประเมินตนเองและสมาชิกคนอื่นในทีม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีลักษณะเป็นแบบประเมินการทำงานเป็นทีมที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) ตามตัวอย่างแบบประเมินในตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 ตัวอย่างแบบประเมินกระบวนการทำงานเป็นทีมโดยใช้มาตราประมาณค่า

กระบวนการระดับ 1 (Process rank = 1)	ระดับ (Rank)					กระบวนการระดับ 5 (Process rank = 5)
เป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Goal and objectives)						
มีความสับสนในวัตถุประสงค์ และผลลัพธ์ที่ต้องการ	1	2	3	4	5	สมาชิกเข้าใจและเห็นด้วยกับ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ ของทีม
ความเชื่อใจและความขัดแย้ง (Trust and conflict)						
มีความเชื่อใจระหว่างสมาชิก ในกลุ่มน้อยและเกิดความ ขัดแย้งอย่างเห็นได้ชัด	1	2	3	4	5	มีความเชื่อใจระหว่างสมาชิก ในกลุ่มสูงและจัดการความ ขัดแย้งอย่างเปิดเผยใน ระหว่างการทำงาน
การแสดงออกของความ แตกต่าง (Expression of differences)						
ความเห็นที่ไม่ตรงกัน ก่อให้เกิดปฏิกิริยาตอบโต้	1	2	3	4	5	ความเห็นที่ไม่ตรงกันไม่ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาตอบโต้
ความเป็นผู้นำ (Leadership)						
สมาชิกคนใดคนหนึ่งแสดง บทบาทความเป็นผู้นำ บังคนอื่นและไม่เปิดโอกาสให้ ผู้อื่นแสดงความเป็นผู้นำ	1	2	3	4	5	สมาชิกทุกคนในทีมได้มีส่วน ร่วมในการแสดงบทบาทความ เป็นผู้นำ
การควบคุมและวิธีดำเนินงาน (Control and procedures)						
มีการควบคุมต่ำ และขาดวิธี ดำเนินงานที่แน่ให้ทีมทำงาน	1	2	3	4	5	มีวิธีดำเนินงานที่มี ประสิทธิภาพและแน่ให้ทีม เกิดการดำเนินงาน สมาชิกในทีม

กระบวนการระดับ 1 (Process rank = 1)	ระดับ (Rank)					กระบวนการระดับ 5 (Process rank = 5)
						สนับสนุนวิธีดำเนินงานนี้ และ ควบคุมตัวเองได้
การใช้แหล่งข้อมูล (Utilization of resources)						
ไม่มีการใช้แหล่งข้อมูลของ สมาชิก	1	2	3	4	5	แหล่งข้อมูลของสมาชิกมีการ ใช้อย่างเต็มที่
การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal communication)						
การสื่อสารระหว่างสมาชิก เป็นแบบปิด	1	2	3	4	5	การสื่อสารระหว่างสมาชิกเป็น แบบเปิดและทุกคนมีส่วนร่วม
การฟัง (Listening)						
สมาชิกในทีมไม่ฟังสมาชิกคน อื่น	1	2	3	4	5	สมาชิกในทีมไม่รับฟังสมาชิก คนอื่นอย่างตั้งใจ
ความราบรื่นของการสื่อสาร (Flow of communication)						
การอภิปรายในกลุ่มต้องมีการ ทวนกลับไปกลับมาและปรับ ใหม่ให้เข้าใจ	1	2	3	4	5	การอภิปรายในกลุ่มเคลื่อนไป ข้างหน้าได้อย่างต่อเนื่อง
การแก้ปัญหา/การตัดสินใจ (Problem solving /Decision making)						
ทีมไม่เห็นด้วยกับแนวทางการ แก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ	1	2	3	4	5	ทีมเห็นด้วยและตกลงกันได้กับ แนวทางการแก้ปัญหาหรือการ ตัดสินใจ
การทดลองและความคิด สร้างสรรค์						

กระบวนการระดับ 1 (Process rank = 1)	ระดับ (Rank)					กระบวนการระดับ 5 (Process rank = 5)
(Experiment and creativity)						
ทีมนี้เฉย ไม่มีการทดลองหา แนวทางในการทำงานให้เสร็จ	1	2	3	4	5	ทีมมีการทดลองทำงานด้วยวิธี ต่าง ๆ และหาแนวทางที่ สร้างสรรค์
การประเมิน (Evaluation)						
ทีมไม่เคยประเมินการทำงาน หรือกระบวนการของตัวเอง	1	2	3	4	5	ทีมประเมินการทำงานหรือ กระบวนการของตัวเองเสมอ

**ตารางที่ 9** ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานเป็นทีมโดยการประเมินตนเองและประเมินสมาชิกคนอื่น  
โดยใช้มาตรประมาณค่า

ชื่อผู้ประเมิน.....

ส่วน A เกณฑ์บังคับ มีทั้งหมด 5 เกณฑ์	เต็ม 0-5
1. ระดับการมีส่วนร่วมในการทำงาน	
2. ระดับการให้ความเคารพและรับฟังความคิดของสมาชิกคนอื่น	
3. ความสนใจในการทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตน ทำงานเสร็จตรงเวลา	
4. มีความพยายามในการทำตนเองให้เป็นส่วนหนึ่งของทีม	
5. ระดับความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าพูดกล้าแสดงความคิดเห็น (หลีกเลี่ยงการอยู่เฉย ๆ หรือ ปกปิดคนอื่นมากเกินไป)	
ส่วน B เกณฑ์อื่น ๆ เลือกมาแค่ 3 เกณฑ์	เต็ม 0-5
6. การวางแผนและดำเนินงานประชุม	
7. ระดับการมีส่วนร่วมในการทำงาน	
8. มีส่วนร่วมในXXXXX (เช่น การหาข้อมูล)	
9. มีส่วนร่วมในXXXXX (เช่น การเขียนสรุป)	
10. มีส่วนร่วมในXXXXX (เช่น การเขียนบทคัดย่อ)	
11. มีส่วนร่วมในXXXXX (เช่น การเขียนสรุป)	



## 12. ตรวจสอบและแก้ไขงานของคนอื่น

รวม 40 คะแนน

ข้อเสนอแนะที่คุณจะนำไปพัฒนาการทำงานเป็นทีม

.....

## 3. การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation หรือ GI) ได้รับการพัฒนาโดย Shlomo Sharan และ Yael Sharan เป็นรูปแบบการเรียนการสอนหนึ่งตามของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิธีการสอนนี้เริ่มต้นจากความสนใจของ Thelen ที่พยายามรวมกระบวนการทางประชาธิปไตย (Democratic process) เข้ากับกระบวนการสอนแบบสืบสอบ (Process of academic inquiry) ให้กลายเป็นหนึ่งกลยุทธ์การสอน Spencer Kagan ก็ได้พัฒนาวิธีสอนที่คล้ายคลึงกันแต่เรียกว่า “Co-op” (Hassard & Dias, 2013) ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นนำเสนอ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม 2) องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม และ 4) บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

### 3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

#### แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)

การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation) เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่มาจากแนวคิดของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งเริ่มต้นมาจากปรัชญาการศึกษาของ John Dewey โดยมีวัตถุประสงค์ทางการศึกษาให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางสังคม สามารถทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ กลายเป็นที่มาของแนวคิด “Learning by doing” ซึ่งให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ เป็นการเปลี่ยนบทบาทในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Dewey, 2004; Zingaro, 2008)

การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นรูปแบบการสอนที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อช่วยให้ประสบความสำเร็จในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย รูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ได้รับการพัฒนาออกเป็นวิธีสอน

มากมายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสอน (Hassard & Dias, 2013) ซึ่งมีนักการศึกษาคนสำคัญที่เผยแพร่แนวทางการเรียนรู้แบบนี้คือ Slavin, Johnson, and Johnson ได้กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไป เรามักไม่ให้ความสนใจความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน แต่มุ่งเน้นไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน แนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่าปฏิสัมพันธ์นักเรียนมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนรวมทั้งเกิดการเรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่นซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิต (ทิตนา ขम्मณี, 2556ก) เห็นได้ชัดว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประโยชน์หลายอย่าง สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้หลายวัตถุประสงค์ ตัวอย่างเช่น การสอนที่เน้นเนื้อหา การพัฒนากระบวนการคิดระหว่างการสอนแบบบรรยายหรือสาธิต และช่วยเหลือสนับสนุนกระบวนการเรียนของนักเรียนในระยะยาว ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของการเรียนรู้แบบร่วมมือออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (Johnson & Johnson, 1999)

1. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal cooperative learning) นักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้เป็นกลุ่มอาจใช้เวลาหนึ่งคาบเรียนหรือหลายสัปดาห์ก็ได้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้และช่วยกันทำงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การแก้ปัญหา การเขียนรายงาน การสำรวจ หรือการทดลอง ในกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ โดยครูมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- 1) ระบุวัตถุประสงค์ของบทเรียน (ทั้งวัตถุประสงค์เชิงวิชาการและทักษะทางสังคม) และกำหนดขนาดของกลุ่ม บทบาทของนักเรียน สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็น และแนวทางการจัดการชั้นเรียน
- 2) อธิบายภาระงานและการทำงานร่วมกันในทางบวกให้ชัดเจน บอกเกณฑ์ในการประเมิน และอธิบายทักษะทางสังคมที่ต้องใช้
- 3) ติดตามการเรียนรู้ของนักเรียนและเข้ามาช่วยเหลือนักเรียนในระหว่างกลุ่ม สังเกตและรวบรวมข้อมูลการทำงานของแต่ละกลุ่ม
- 4) ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการทำงานกลุ่มครั้งต่อไป

2. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal cooperative learning) นักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้แบบชั่วคราว อาจใช้เวลาไม่กี่นาทีหรือใช้เวลาเพียงคาบเรียนเดียว โดยสอดแทรกไปในระหว่างการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การสาธิต การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสนใจกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้ ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ กระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนต่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้ เป็นต้น

3. กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบถาวร (Cooperative base groups) นักเรียนที่ความสามารถมาเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมีสมาชิก 3-4 คน และเรียนรู้ร่วมกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ นักเรียนช่วยเหลือกันและกัน พัฒนาการระบวนการคิดและกระบวนการทางสังคม

องค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (Johnson & Johnson, 1989)

1. ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive interdependence) คือ การที่สมาชิก รับรู้ว่ามีสมาชิกรวมทุกคนในกลุ่มมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน มีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน เราและกลุ่ม ประสบความสำเร็จร่วมกัน มีการแบ่งปันวัสดุอุปกรณ์กันให้แก่สมาชิกทุกคน เพื่อเสริมความสัมพันธ์ กันในทางบวกของกลุ่ม อาจแบ่งบทบาทหน้าที่และภาระงานให้เท่าเทียมกัน มีการให้รางวัล เช่น ถ้า สมาชิกทุกคนช่วยกันจนกลุ่มได้คะแนนถึง 90 เปอร์เซ็นต์ สมาชิกแต่ละคนจะได้รับคะแนนเพิ่มอีก 5 คะแนน เป็นต้น

2. การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน (Face-to-face promotive interaction) สมาชิกแต่ละคนช่วยส่งเสริมระหว่างกันโดยการช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้น และให้กำลังใจกัน เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ การติดต่อสัมพันธ์กันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันช่วยส่งเสริม การเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ดังนั้นการมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันจะเกิดขึ้นได้ ขนาดสมาชิก กลุ่มควรมีไม่มากเกินไป (2-4 คน)

3. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) คือ ความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงานของสมาชิกแต่ละบุคคล ทำให้ต้องมีการประเมินทั้งกลุ่มและการประเมินใน รายบุคคล โดยวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือคือการทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้ เดี่ยว ดังนั้นครูจึงต้องมีการทดสอบเป็นรายบุคคล มีการสุ่มนักเรียนให้อธิบายงานของกลุ่ม และให้ นักเรียนแต่ละคนอธิบายว่าได้เรียนรู้อะไรจากเพื่อนร่วมชั้น เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนแต่ละคนมี ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานกลุ่ม

4. ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills) นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการทำงานกลุ่มย่อย หากนักเรียนยังไม่มี ทักษะทางสังคม การเรียนรู้แบบร่วมมืออาจไม่มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะ ความเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการสร้างควมไว้วางใจ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการ จัดการกับความขัดแย้ง

5. กระบวนการกลุ่ม (Group processing) กระบวนการกลุ่มจะเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกในกลุ่มได้ ร่วมกันอภิปรายเป้าหมายของการทำงาน และรักษาความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างสมาชิกภายใน กลุ่ม สมาชิกในกลุ่มจำเป็นต้องบรรยายการทำงานของสมาชิกแต่ละคนว่าช่วยเหลืองานหรือไม่ และ

ตัดสินใจว่าพฤติกรรมนั้นควรทำต่อหรือควรปรับปรุง หากพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในกลุ่ม สมาชิกควรช่วยกันระบุ ชี้แจง และแก้ไขปัญหาร่วมกัน

การเข้าใจ 5 องค์ประกอบนี้ทำให้พัฒนาการเรียนรู้แบบร่วมมือและสามารถนำมาปรับใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือมีรากฐานมาจากปรัชญาการศึกษาของ John Dewey โดยมีวัตถุประสงค์ทางการศึกษาให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางสังคม สามารถทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือมุ่งเน้นไปที่การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน เป็นรูปแบบการสอนที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน เพื่อช่วยให้ประสบความสำเร็จในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย รูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ได้ถูกพัฒนาออกเป็นวิธีสอนมากมายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสอน มีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive interdependence) 2) การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน (Face-to-face promotive interaction) 3) ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) 4) ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills) และ 5) กระบวนการกลุ่ม (Group processing)

### **ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism)**

ทฤษฎีการสร้างความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky โดย Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางสติปัญญาเดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับให้สมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา จากทฤษฎีเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา แต่ช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเกิดภาวะไม่สมดุล และนักเรียนพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนเอง (ทิสนา แคมมณี, 2556ก; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2556)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ได้มีการนำมาปรับประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา โดยไม่ได้เป็นแค่ทฤษฎีการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถนำมาใช้ประยุกต์เป็นแนวทางการสอนในเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ (Fosnot & Perry, 1996)

1. การเรียนรู้ไม่ใช่แค่ผลลัพธ์ แต่เป็นการพัฒนาของนักเรียน ครูจำเป็นต้องกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการตั้งคำถาม การเสนอสมมติฐาน และการอภิปรายในชั้นเรียน
2. การเกิดภาวะไม่สมดุลจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้ประเด็นปลายเปิดที่ชวนให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ในบริบทของความเป็นจริง
3. การส่งเสริมให้มีกิจกรรมการอภิปรายในชั้นเรียน การพูดคุยหรือสนทนาในระหว่างเรียนรู้ จะช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้สื่อสาร แลกเปลี่ยน และพิสูจน์ความคิดของแต่ละคน

Driver and Oldham (1986) ได้ระบุลักษณะพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และแรงกระตุ้นจากวัสดุอุปกรณ์ที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์
2. การเรียนรู้ต้องเป็นการสร้างความรู้เชิงรุก โดยเชื่อมโยงความรู้หรือโมทัศน์เดิมที่มีอยู่เข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับ
3. นักเรียนต้องสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง

การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้นี้แสดงทัศนคติว่าความรู้ที่ได้มาเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นักเรียนจะถูกแนะแนวทางในการเรียนรู้ผ่านการแสวงหาความรู้ (Investigation) ในหัวข้อที่พวกเขาสนใจ แตกต่างจากวิธีสอนที่ครูเป็นผู้จัดการเรียนการสอนโดยตรงซึ่งทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์น้อยมากระหว่างครูและนักเรียน (Zingaro, 2008)

จากการศึกษาทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้มาจากทฤษฎีพัฒนาทางเขาวงกตปัญญาของ Piaget และ Vygotsky โดยอธิบายว่า การเรียนรู้เกิดจากการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือพบเจอมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญาผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา ความรู้จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับโครงสร้างทางสติปัญญาเดิม หากไม่สัมพันธ์จะเกิดภาวะไม่สมดุลโดยบุคคลสามารถใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาปรับให้สมดุลได้ ทฤษฎีการสร้างความรู้ได้รับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่แสดงให้เห็นว่าความรู้ที่ได้มาเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ร่วมกันเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้ตามหัวข้อที่สนใจ

### 3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

Sharan and Sharan (1992) ได้ระบุองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การแสวงหาความรู้ (Investigation) เป็นลักษณะสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) โดยเริ่มจากครูเสนอปัญหาในชั้นเรียน และให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เป็นองค์ประกอบสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องติดต่อ พูดคุย และช่วยเหลือกันภายในกลุ่มย่อย ซึ่งแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ นักเรียนได้มีโอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน อภิปรายเพื่อวางแผน แลกเปลี่ยนแหล่งความรู้และข้อมูล และช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้จากการค้นหาเพื่อนำเสนอในชั้นเรียน

3. การแปลความหมาย (Interpretation) เป็นกระบวนการเจรตอรองความรู้ส่วนตัวของนักเรียน ความรู้ใหม่ที่ได้รับมา และความรู้จากเพื่อนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งการแปลความหมายข้อมูลร่วมกันช่วยพัฒนาความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่ค้นหามาให้ถูกต้อง มั่นใจ และเข้าใจง่าย

4. แรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดบทบาทในการเรียนรู้ แรงจูงใจภายในเกิดขึ้นได้จากการกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหาที่ได้ถามไป

สรุปได้ว่าองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้มีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแสวงหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ การแปลความหมาย และแรงจูงใจภายใน

### 3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ดังนี้

Sharan and Sharan (1990) เสนอขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ว่ามีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. การระบุหัวข้อที่ต้องการแสวงหาความรู้ (Identifying the topic) คือ ขั้นตอนที่ครูนำเสนอหัวข้อหรือปัญหาสำหรับการแสวงหาความรู้ซึ่งหัวข้ออาจมาจากเนื้อหาในหลักสูตรหรือมาจากความสนใจของนักเรียน จากนั้นเสนอหัวข้อย่อยเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกเรื่องที่สนใจศึกษา ครูอาจกระตุ้นความสนใจในการสืบสอบโดยใช้สื่อจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือเรียน หนังสือ

ภาพ นิตยสาร บทความ ฯลฯ จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับหัวข้อย่อยต่าง ๆ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อย่อยที่สนใจศึกษา

2. การวางแผนการแสวงหาความรู้ภายในกลุ่ม (Planning the investigation in groups) คือ ขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เลือกหัวข้อแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อของตน ตัดสินใจว่าจะใช้แหล่งข้อมูลใด และกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ในขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังวางแผน ครูเดินดูตามกลุ่มต่าง ๆ คอยให้คำแนะนำและเสนอแนวทางในการวางแผนให้มีความชัดเจนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น หลังจากร่วมกันอภิปรายให้นักเรียนบันทึกข้อมูลการวางแผนลงในใบงาน ดังตัวอย่างใบงาน

ตัวอย่างใบงาน
<p>ชื่อหัวข้อ: ชาวอินเดียนแดงเผ่าต่าง ๆ ปรับเปลี่ยนที่อยู่อาศัยให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างไร</p> <p>ชื่อสมาชิกกลุ่ม: บ็อบ สเปนเซอร์ บิลลี เชล และแนนซี</p> <p>บทบาทหน้าที่: บ็อบเป็นหัวหน้าหรือผู้ประสานงาน บิลลีและแนนซีเป็นคนหาแหล่งเรียนรู้ สเปนเซอร์เป็นคณะกรรมการ เชลเป็นผู้บันทึก</p> <p>พวกเราต้องการค้นหาอะไร</p> <p>บ็อบและแนนซี: ชาวอาปาเช่ร่อนนอกแบบที่อยู่อาศัยของเขาอย่างไร</p> <p>สเปนเซอร์และบิลลี จิน: กะท่อมของเผ่านาวาโงมีความเหมาะสมกับวิถีชีวิตอย่างไร</p> <p>เชล: ที่อยู่อาศัยชนิดใดบ้างที่ชาวอินเดียนโบราณออกแบบ</p> <p>ผู้บันทึกจะทำการลิสต์รายชื่อหนังสือที่จำเป็นต้องใช้ในการอ่านประกอบ บุคคลที่ต้องไปสัมภาษณ์ และเว็บไซต์ที่ต้องเข้าไปศึกษา บางทีสมาชิกทุกคนอาจต้องเข้าไปสัมภาษณ์บุคคลร่วมกันและแต่ละคนเตรียมคำถามที่สนใจในการศึกษา</p>

3. การลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation) คือ ขั้นตอนที่ครูทบทวนแผนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 2 โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิเคราะห์และประเมินข้อมูล เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น โดยมีสมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคอยสรุปความรู้ต่าง ๆ

4. การเตรียมรายงาน (Preparing for final report) คือ ขั้นตอนการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้นเพื่อใช้ในการนำเสนอผลลัพธ์จากการสืบสอบ นำข้อมูล

จากส่วนต่าง ๆ ที่สมาชิกสืบค้นมารวมเข้าด้วยกันและวางแผนในการนำเสนอ ซึ่งการนำเสนออาจใช้ การให้ความรู้หรือสร้างความดึงดูดใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบจำลอง ศูนย์การเรียนรู้ การเขียน รายงาน การเล่นเกม แสดงบทบาทสมมติเป็นมัลคิเทศก์ หรือทำสไลด์เพื่อนำเสนอ หลังจากที่ นักเรียนวางแผนให้นักเรียนที่รับผิดชอบเป็นคณะกรรมการติดต่อครูผู้สอนเพื่อจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอ โดยคณะกรรมการต้องมั่นใจก่อนว่าการนำเสนอมีความหลากหลาย ชัดเจน และสามารถทำได้จริง ครูคอยทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและดูแลว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมใน การวางแผน

5. การนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting the final report) คือ ขั้นตอนนำเสนอรายงานที่ ได้จากการศึกษาในแต่ละหัวข้อหน้าชั้นเรียน โดยสมาชิกทุกกลุ่มต้องกลับมารวมกันเรียนรู้ร่วมกันทั้ง ชั้นเป็นหน่วยทางสังคมเดียวกัน (Social unit) ทุกกลุ่มจำเป็นต้องทราบระยะเวลาที่ใช้ในการนำเสนอ และลำดับการนำเสนอ หลังการนำเสนอกลุ่มที่นำเสนอต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ฟังและคอยมี ปฏิสัมพันธ์ในสิ่งที่ได้เห็นหรือได้ยิน

6. การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation) คือ การประเมินกระบวนการทำงานและ การนำเสนอ โดยมีครูและนักเรียนด้วยกันเองเป็นผู้ประเมิน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า นักเรียนมีความเข้าใจหัวข้อและงานที่ทำตลอดเวลาหรือไม่ การประเมินจะมุ่งเน้นไปที่การนำความรู้ ไปใช้ในปัญหาใหม่ การลงความเห็น และลงข้อสรุป นอกจากนี้ครูยังสามารถประเมินกระบวนการใน ระหว่างการทำกิจกรรมได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความรู้สึกในการทำกิจกรรมการจัดการ เรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มหรือครูนำนักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนแสดง ความรู้สึกที่มีต่อเนื้อหาที่ได้เรียนและกระบวนการเรียนรู้

Huhtala (1994) ได้ระบุขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุหัวข้อและจัดการกลุ่มวิจัย (Identify the topic and organize research groups)
2. วางแผนการแสวงหาความรู้ (Plan the investigation)
3. การแสวงหาความรู้ (Investigation)
4. การเตรียมรายงาน (Preparing a report)
5. การนำเสนอรายงาน (The final presentation)
6. การทดสอบและประเมิน (Testing and evaluation)

Hassard and Dias (2013) ได้ระบุขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็น กลุ่มไว้ว่ามีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้



1. เลือกหัวข้อและปัญหา (Topic and problem selection) นักเรียนแบ่งกลุ่มและเลือกหัวข้อหรือปัญหาในขอบเขตของวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถถามคำถามที่ต้องการในการวิจัย การสำรวจ หรือแบบสัมภาษณ์ แต่ละกลุ่มวางแผนในหัวข้อของตนเองและวางกลยุทธ์สำหรับใช้ในการแสวงหาความรู้ จากนั้นสมาชิกแต่ละคนหรือเข้าคู่กันพัฒนาคำถามและสมมติฐานที่จะนำไปสู่คำตอบ และตัดสินใจว่าจะดำเนินการอย่างไร

2. ร่วมมือกันวางแผน (Cooperative planning) ครูและนักเรียนในแต่ละทีมร่วมกันวางแผนวิธีการศึกษา ภาระงาน เป้าหมาย ให้สอดคล้องกับหัวข้อย่อยที่เลือก

3. ลงมือทำงานที่ได้วางแผนไว้ (Implementation) นักเรียนลงมือตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ควรมีช่วงที่กว้าง ครอบคลุมทั้งกิจกรรมและทักษะ และควรนำนักเรียนไปสู่แหล่งข้อมูลที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน นักเรียนอาจทำงานเป็นกลุ่มย่อยหรือแต่ละคนทำงานและนำข้อมูลมารวมกัน

4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ (Analysis and synthesis) นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานทั้งเป็นกลุ่มย่อยหรืองานเดี่ยว นำข้อมูลที่ได้รับการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์และสมาชิกแต่ละคนร่วมกันสังเคราะห์เพื่อทำเป็นรายงานสำหรับนำเสนอเพื่อนในชั้นเรียน

5. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (Class presentation) แต่ละทีมทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการเตรียมนำเสนอ แต่ละทีมควรกระตุ้นผู้ฟัง เช่น การโต้ว่าที่ การสาธิต การใช้กิจกรรมให้ลงมือปฏิบัติ การเล่น หรือสถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์

เรชา อรัญวงศ์ (2540) ได้กล่าวว่าการสอนตามรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเสนอสถานการณ์ที่น่าสงสัย (Students encounter puzzling situation)
2. การมีปฏิกิริยาต่อสถานการณ์ปัญหา (Students explore reactions to the situation)
3. การกำหนดและจัดระบบงาน (Students formulate study task and organize for study)
4. การศึกษาค้นคว้า (Independent and group study)
5. การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของงานและกระบวนการค้นคว้า (Students analyze progress and process)
6. การเวียนกลับสู่กิจกรรมขั้นที่ 1 (Recycle activity)

นาตยา ปิลาณานนท์ (2543) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันเสนอหัวข้อหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้า จากสิ่งที่ได้เรียนไป

2. นักเรียนเลือกเข้ากลุ่มตามหัวข้อที่ตนต้องการศึกษา จำนวนสมาชิกในกลุ่มไม่ควรมากเกินไป (ประมาณกลุ่มละ 4-6 คน) จำนวนสมาชิกในกลุ่มของแต่ละหัวข้ออาจมีจำนวนไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวข้อที่จะศึกษา และแต่ละกลุ่มควรมีนักเรียนที่มีความสามารถที่หลากหลาย
3. ครูแนะนำวิธีการทำงานกลุ่ม การสืบค้น และรวบรวมข้อมูลความรู้ในแต่ละหัวข้อ
4. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อของตน จากนั้นแบ่งงานกันทำตามที่ได้วางแผนกันไว้
5. เมื่อทุกกลุ่มศึกษาค้นคว้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในทุกกลุ่มเสนอผลงานของกลุ่ม โดยสมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอผลงาน หลังจากนั้นมีการประเมินผลงาน และการทำงานกลุ่มของกันและกัน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และ จินตนา วีรเกียรติสุนทร (2556) เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนใหม่ หรือทบทวนความรู้เดิมหรืออภิปรายประเด็นที่กำหนด
2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กประมาณกลุ่มละ 4 คน โดยคละกันตามระดับความสามารถ ประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง (ค่อนข้างเก่ง) ปานกลาง (ค่อนข้างอ่อน) และอ่อน ซึ่งควรจัดกลุ่มไว้ล่วงหน้า
3. ผู้สอนแบ่งเรื่องที่จะสอนออกเป็นเรื่องย่อยหรือหัวข้อย่อย โดยอาจจะทำเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (ใบงาน 1, 2, 3, 4 ซึ่งรวมแล้วเรียกว่า 1 เรื่อง)
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับเรื่องและผู้สอนกำหนดให้ในข้อ 3. ประกอบด้วยเรื่องย่อย ซึ่งอาจทำเป็นใบความรู้พร้อมแบบฝึกหัด (ใบงาน) มาแบ่งให้สมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้โอกาสให้นักเรียนที่อ่อนเลือกหัวข้อย่อยหรือใบงานก่อน หรือจะเลือกหัวข้อตามความสนใจก็ได้
5. สมาชิกแต่ละคนจะศึกษาสืบค้นความรู้เพื่อเป็นคำตอบตามหัวข้อย่อยที่ตนรับผิดชอบแล้ว นำคำตอบมาอภิปรายในกลุ่มจนได้คำตอบที่สมบูรณ์ และมีความเข้าใจกันทุกคน
6. สมาชิกแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ผู้สอนให้กำลังใจด้วยการยกย่องหรือชมเชยแก่กลุ่ม

ทิตินา แคมมณี (2556ข) ได้แบ่งกระบวนการเรียนการสอนแบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย

ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจและความต้องการในการแสวงหาความรู้ต่อไปนั้นควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียน

และจะต้องมีลักษณะที่ชวนให้งุนงงสงสัย (Puzzlement) เพื่อท้าทายความคิดและความใฝ่รู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น

ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพยายามกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้ง หรือความแตกต่างทางความคิดขึ้น เพื่อท้าทายให้นักเรียนพยายามหาทางเสาะแสวงหาข้อมูล หรือวิธีการพิสูจน์ตรวจสอบความคิดของตน เมื่อมีความแตกต่างทางความคิดเกิดขึ้น ผู้สอนอาจให้นักเรียนที่มีความคิดเห็นเดียวกันรวมกลุ่มกัน หรืออาจรวมกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันก็ได้

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้

เมื่อกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างกันแล้ว สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนว่า จะแสวงหาข้อมูลอะไร กลุ่มจะพิสูจน์อะไร จะตั้งสมมติฐานอะไร กลุ่มจำเป็นต้องมีข้อมูลอะไร และจะแสวงหาที่ไหน หรือจะได้ข้อมูลนั้นมาอย่างไร จะต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะวิเคราะห์อย่างไร จะสรุปผลอย่างไร ใครจะช่วยทำอะไร จะใช้เวลาเท่าใด ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการสืบสอบ (Inquiry) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่นักเรียน รวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนแหล่งความรู้ และการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้

นักเรียนดำเนินการเสาะแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล

เมื่อกลุ่มรวบรวมข้อมูลมาได้แล้ว กลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ผู้สอนช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ต่อจากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผล อภิปรายผลร่วมกันทั้งชั้น และประเมินทั้งด้านผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

การสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ของกลุ่มตามขั้นตอนข้างต้นช่วยให้กลุ่มได้รับความรู้ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา อาจพบประเด็นที่เป็นปัญหาชวนให้งุนงงสงสัยหรืออยากรู้ต่อไป นักเรียนสามารถเริ่มตั้งจรรยาบรรณการเรียนรู้ใหม่ ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ จึงอาจต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ตามความสนใจของนักเรียน

สรุปได้ว่า การจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นการระบุหัวข้อ (Identifying the topics) คือ การที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สื่อจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือเรียน หนังสือภาพ นิตยสาร

บทความ ฯลฯ จากนั้นครูเสนอหัวข้อในรูปแบบของคำถาม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อตัดสินใจเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา

2) ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม (Planning the investigation in group) คือ การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบแนวทางในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อของตน ตัดสินใจว่าจะใช้แหล่งข้อมูลใด และกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

3) ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation) คือ ขั้นตอนที่ครูทบทวนแผนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 2 โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิเคราะห์และประเมินข้อมูล เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น โดยมีสมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคอยสรุปความรู้ต่าง ๆ

4) ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม (Preparing a group report) คือ ขั้นตอนการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมากขึ้นเพื่อใช้ในการนำเสนอผลลัพธ์จากการสืบสอบ นำข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ที่สมาชิกสืบค้นมารวมเข้าด้วยกันและวางแผนในการนำเสนอ

5) ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting a group report) คือ ขั้นตอนนำเสนอรายงานที่ได้จากการศึกษาในแต่ละหัวข้อหน้าชั้นเรียน ทุกกลุ่มจำเป็นต้องทราบระยะเวลาที่ใช้ในการนำเสนอ และลำดับการนำเสนอ หลังการนำเสนอกลุ่มที่นำเสนอต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ฟังและคอยมีปฏิสัมพันธ์ในสิ่งที่ได้เห็นหรือได้ยิน

6) ขั้นการประเมินผล (Evaluating) คือ ขั้นตอนการประเมินกระบวนการทำงานและการนำเสนอ โดยมีครูและนักเรียนด้วยกันเองเป็นผู้ประเมิน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่านักเรียนมีความเข้าใจหัวข้อและงานที่ทำตลอดเวลาหรือไม่

### 3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการระบุหัวข้อ 2) ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม 3) ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ 4) ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม 5) ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม 6) ขั้นการประเมินผล โดยแต่ละขั้นตอนมีบทบาทครูและบทบาทนักเรียน สรุปได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นการระบุหัวข้อ (Identifying topics)	<ol style="list-style-type: none"> <li>แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-6 คน โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่ความสามารถ</li> <li>ชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ สอน</li> <li>เสนอหัวข้อหรือปัญหาสำหรับการแสวงหาความรู้ซึ่งหัวข้ออาจมาจากเนื้อหาในหลักสูตรหรือมาจากความสนใจของนักเรียน</li> <li>เสนอหัวข้อย่อยเพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกเรื่องที่สนใจศึกษา</li> <li>กระตุ้นความสนใจในการสืบค้นโดยใช้สื่อจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือเรียน หนังสือภาพ นิตยสาร บทความ ฯลฯ</li> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับหัวข้อย่อยต่าง ๆ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อย่อยที่สนใจศึกษา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>อภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกหัวข้อในการแสวงหาความรู้</li> <li>เลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา</li> <li>ซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ</li> </ol>
2. ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม (Planning in group)	<ol style="list-style-type: none"> <li>อำนวยความสะดวกโดยการเดินตามกลุ่มต่าง ๆ และคอยให้คำแนะนำและเสนอแนวทางในการวางแผนให้มีความชัดเจนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น</li> <li>ให้คำปรึกษาและกำชับเวลาในการอภิปรายเพื่อวางแผน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ร่วมกันวางแผน อภิปรายหัวข้อที่เลือกมา กำหนดแนวทางในการสืบค้น</li> <li>กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ได้แก่ หัวหน้าหรือผู้ประสานงาน ผู้นำเสนอ ผู้บันทึก คณะกรรมการ</li> </ol>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		3. หัวหน้ากลุ่มนำอภิปรายเพื่อวางแผนการสืบค้น 4. ผู้บันทึกทำการบันทึกแนวทางในการสืบค้นที่สมาชิกแต่ละคนนำเสนอ
3. ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation)	1. ทบทวนแผนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม คอยให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแก่นักเรียน 2. ติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน 3. ให้คำปรึกษาและตอบคำถามนักเรียน	1. ดำเนินงานตามแผนที่ได้วางไว้ 2. ลงมือแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 2 3. สมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิเคราะห์และประเมินข้อมูลเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม 4. สมาชิกแต่ละคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น 5. สมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคอยสรุปความรู้ต่าง ๆ
4. ขั้นการเตรียมงานรายงาน (Preparing a group report)	1. จัดหาอุปกรณ์การนำเสนอให้แก่ นักเรียน 2. ให้คำปรึกษาและตอบคำถามนักเรียน 3. ชี้แจงนักเรียนว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มควรมีส่วนร่วมในการนำเสนองาน	1. วิเคราะห์ แลกเปลี่ยน ประเมินและลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้รวบรวมมาร่วมกัน 2. เตรียมการนำเสนอ อาจใช้การให้ความรู้หรือสร้างความดึงดูดใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบจำลอง ศูนย์การเรียนรู้ การเขียนรายงาน การเล่นเกม แสดงบทบาทสมมติเป็น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		<p>ไกดท์ทัวร์ หรือทำสไลด์เพื่อนำเสนอ</p> <p>3. นักเรียนที่รับผิดชอบเป็นคณะกรรมการติดต่อครูเพื่อจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอ</p>
5. การนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting a group report)	<p>1. ชี้แจงระยะเวลาที่ใช้ในการนำเสนอและลำดับการนำเสนอ</p> <p>2. ถามคำถามและให้ข้อเสนอแนะ</p> <p>3. พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอ</p>	<p>1. นำเสนอรายงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน</p> <p>2. ตอบคำถามผู้ฟัง</p> <p>3. กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอให้เป็นผู้ฟังที่ดีและมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอ</p>
6. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluating)	<p>1. นำนักเรียนอภิปรายและสรุปกิจกรรมการเรียนรู้จากหัวข้อของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และนักเรียนมีความเข้าใจหัวข้อและงานที่ทำตลอดเวลาหรือไม่</p> <p>2. ประเมินการเรียนรู้และการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม</p>	<p>1. ประเมินการนำเสนอของเพื่อนแต่ละกลุ่ม</p> <p>2. ประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มของตนเองเพื่อพัฒนาในครั้งต่อไป</p>

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ปาริชาติ ราชแก้ว (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนละงูพิทยาคม จังหวัดสตูล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานฟิสิกส์ตามรูปแบบ เอส เอส ซี เอส เรื่องการเคลื่อนที่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิวรรณ แก้วภูสี (2556) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation) ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านวังน้ำขาว จังหวัดสุโขทัย จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 69.3 สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 43.04 และนักเรียนมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 31.3 สูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 10 โดยเพิ่มขึ้น 21.3 คะแนน

Goldina and Weeks (2014) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับปริญญาตรี เอกชีววิทยา โดยการเรียนในรายวิชา Science Café โดยให้นักเรียนฝึกนำข่าววิทยาศาสตร์มาเล่าให้เพื่อนในชั้นเรียนฟังโดยใช้ภาษาที่พูดให้คนทั่วไปเข้าใจได้ ฝึกการเขียนโดยเลือกหัวข้อที่สนใจและเขียนออกมาเป็นบทความ มีการจัดเหตุการณ์ (Event) ให้นักเรียนมีโอกาสไปพูดในที่สาธารณะให้ผู้ฟังที่มีบริบทที่แตกต่างกัน เช่น นักเรียนชั้นประถม นักเรียนมหาวิทยาลัย และผู้ใหญ่ เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนในรายวิชานี้มีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานเป็นทีมทั้งในและต่างประเทศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้



นฤมล หน่อนิล (2554) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในคาบกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนเทพศิรินทร์ สมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 30 คน และกลุ่มทดลอง 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบวัดความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยกำหนดเป็นแบบทดสอบปรนัย เลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ แต่ละตัวเลือกจะมีคะแนน 3 คะแนน 2 คะแนน และ 1 คะแนน ผลการวิจัยพบว่าหลังทดลองนักเรียนกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปรินดา เลิศศรีมงคล (2555) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนภาษานุสรณ์ บางแค จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการกำกับอารมณ์ จำนวน 12 ครั้ง ๆ ละ 60 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การจัดกิจกรรมครั้งที่ 9-12 ได้จัดกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นทีมทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โปรแกรมการกำกับอารมณ์ แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม วัดผลด้วยแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม 2 ครั้ง คือก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่าหลังจากได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการกำกับอารมณ์ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมของกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Skolnick (2009) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้กรณีศึกษา (Case study) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 250 คน ซึ่งออกแบบการทดลองแบบกึ่งทดลองโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนทั่วไปและกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้กรณีศึกษา ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในไตรมาสแรกของการเรียน แต่ไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ไตรมาสที่ 2 และพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษามีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีมที่พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มทั้งในและต่างประเทศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นงคราญ จิตรจง (2550) ได้ทำการศึกษาผลของทักษะการจัดการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านเจดีย์แม่ครัว อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการเรียนเรื่องการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบบวัดความสามารถทักษะการจัดการในวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเรื่องการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีคะแนนความสามารถในทักษะการจัดการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

Oh and Shin (2005) ได้ศึกษาการนำการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation) มาใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเกาหลีใต้ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการจัดการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม นักเรียนมีเจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ (Positive attitude toward science) ที่สูงขึ้น ผู้วิจัยได้ระบุความยากลำบาก (Difficulty) ในการนำวิธีการสอนนี้ไปใช้ที่ทำให้นักเรียนบางส่วนเกิดความรู้สึกเชิงลบ (Negative perception) ตัวอย่างเช่น วิธีการสอนแบบนี้ไม่ช่วยให้ได้รับความรู้เพียงพอต่อการนำไปสอบ วิธีการสอนนี้เพิ่มภาระงานและลดความน่าสนใจในวิทยาศาสตร์ เวลาและแหล่งความรู้ที่จำกัดทำให้การแสวงหาความรู้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เกิดความยากในการเลือกหัวข้อ เป็นต้น

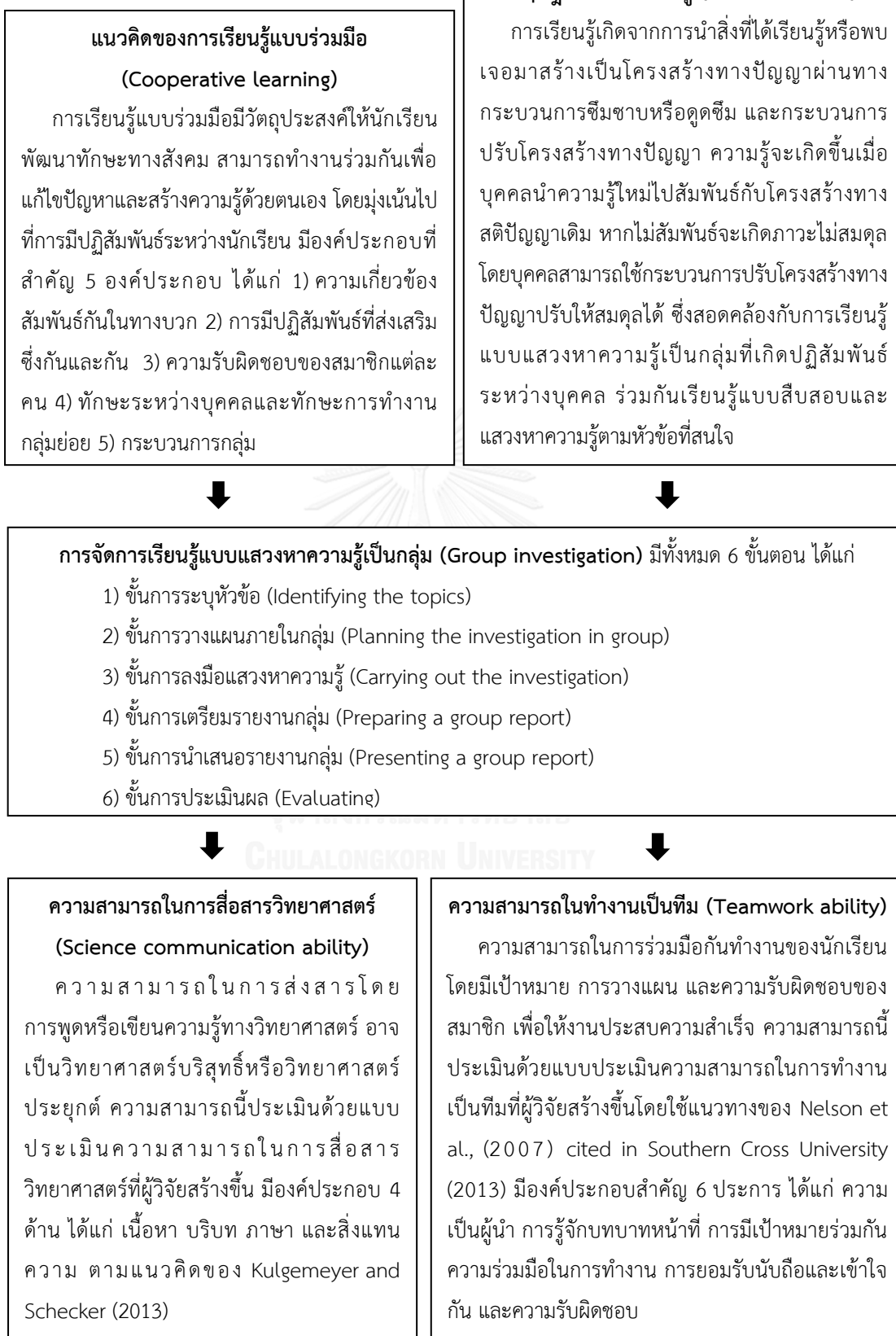
Seifert, Fenster, Dilts, and Temple (2009) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation) ที่มีต่อประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) ในรายวิชาปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป

(General microbiology laboratory) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรีที่ลงเรียนในรายวิชาจำนวน 72 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้และความพึงพอใจต่อรายวิชาปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไปเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนยังได้เรียนรู้ในการสื่อสารข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพทั้งการนำเสนอด้วยการเขียนและการพูด

Yasemin, DOYMUP, Karaçöp, and PÝMPEK (2010) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้วิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์ (Jigsaw) และวิธีการสอนแบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation) เปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีทั่วไป (General chemistry) เรื่องจลนศาสตร์เคมี (Chemical kinetics) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับปริญญาตรีที่ลงเรียนในรายวิชาจำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบจิ๊กซอว์และสอนแบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนทั่วไป



## กรอบแนวคิดในการวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. แผนการดำเนินการวิจัยและการเก็บข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) เนื่องจากเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจงมาศึกษา 1 กลุ่ม คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้ ดังแผนภาพที่ 2

O<sub>1</sub>----- X -----O<sub>2</sub>

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design

- |                |  |
|----------------|--|
| X              | หมายถึง การเรียนชีววิทยาด้วยการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม |
| O <sub>1</sub> | หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนกิจกรรมการเรียนรู้                      |
| O <sub>2</sub> | หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังกิจกรรมการเรียนรู้                      |

#### 2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

##### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่อยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวนนักเรียน 44 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการ

การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ผลการเรียนเฉลี่ยเฉลี่ยประมาณ 2.5-3.0 มีพฤติกรรมการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนมากมักคุยกับเพื่อนระหว่างที่ครูสอน มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่สนใจเรียน นอกจากนี้พบว่านักเรียนมีปัญหาในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนโดยสังเกตจากการพูดนำเสนอ และการเขียนบทความข่าววิทยาศาสตร์ซึ่งมีเนื้อหาที่ไม่ถูกต้องและครบถ้วน ใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์โดยไม่ขยายความให้เข้าใจได้ง่าย และเลือกใช้ภาพประกอบที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา อีกทั้งนักเรียนมีปัญหาในการทำงานเป็นทีมโดยสังเกตจากพฤติกรรมขณะนักเรียนทำงานกลุ่ม นักเรียนไม่ได้ช่วยเหลือและทำงานเต็มที่ทุกคนส่งผลให้งานไม่มีคุณภาพและไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด ในการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา พบว่า นักเรียนร้อยละ 70 ให้ความสนใจในวิชานี้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในหมวดวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีเรื่องราวที่น่าสนใจ เรียนเข้าใจง่ายกว่าเคมีหรือฟิสิกส์ แต่บางส่วนกล่าวว่าวิชาชีววิทยาเป็นวิชาที่ยาก ต้องใช้ความจำเยอะ ความคาดหวังของนักเรียนในวิชาชีววิทยา คือ อยากให้ครูเน้นการทำปฏิบัติการเยอะ ๆ มีเทคนิคการจำ และให้คะแนนง่าย ๆ

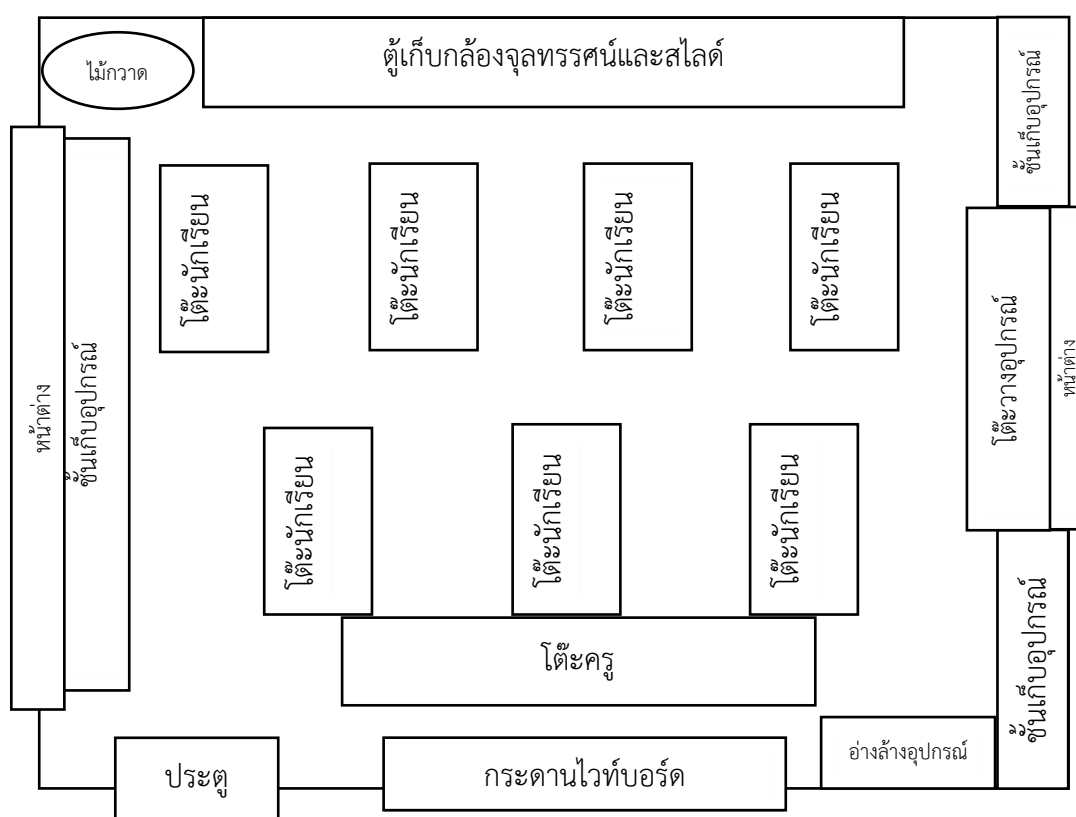
### บริบทโรงเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนรัฐบาลขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตชุมชน ซึ่งมีขนาดเนื้อที่ 8 ไร่ 3 งาน 56 ตารางวา มีนักเรียนประมาณ 3,000 คน นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแบ่งออกเป็น 2 แผนการเรียน ได้แก่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์จำนวน 7 ห้อง (เป็นห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ห้อง) และแผนการเรียนศิลป์จำนวน 5 ห้อง เนื่องจากโรงเรียนเป็นศูนย์มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) วิชาชีววิทยาทำให้มีความพร้อมในด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาค่อนข้างครบครัน โรงเรียนอนุญาตให้นักเรียนนำโทรศัพท์มือถือไปโรงเรียนได้แต่ไม่ให้นำมาใช้ในระหว่างเรียน ยกเว้นกรณีที่ครูต้องการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตผ่านทางโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้โรงเรียนมีระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายให้นักเรียนเข้าถึงได้ ดังนั้นจึงเอื้อในการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

### สภาพห้องเรียน

ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยาในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ซึ่งภายในห้องเรียนทางด้านขวามือและซ้ายมือเมื่อมองจากหน้าต่างเป็นชั้นสำหรับเก็บวัสดุอุปกรณ์

ทางวิทยาศาสตร์ ด้านหลังห้องเรียนเป็นตู้สำหรับเก็บกล่องจุลทรรศน์ และทางด้านหน้าห้องบริเวณด้านขวาของกระดานไวท์บอร์ดจะเป็นอ่างล้างเครื่องแก้วที่ใช้เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตรงกลางห้องเป็นโต๊ะนักเรียน 7 โต๊ะ นั่งได้โต๊ะละ 6-7 คน นักเรียนนั่งเรียนโดยหันหน้าเข้าหากันทำให้สะดวกในการสื่อสารหรือการทำงานเป็นทีม ภายในห้องมีอุปกรณ์โปรเจ็คเตอร์สามารถฉายสไลด์ PowerPoint ประกอบการตัดการเรียนรู้อได้ พื้นที่ห้องไม่เอื้อในการทำกิจกรรมที่นักเรียนต้องลุกออกจากที่หรือต้องสลับเปลี่ยนที่นั่งมากนักเนื่องจากค่อนข้างคับแคบเมื่อเทียบกับจำนวนนักเรียน 44 คนต่อห้อง ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 แผนผังห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

### 3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 เครื่องมือ ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ
  - 2.1 แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 2.2 แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม มีขั้นตอนดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มอยู่ภายใต้ทฤษฎีการสร้างความรู้และแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยนักเรียนแต่ละคนช่วยเหลือกันทำงานและมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน ส่งเสริมให้เกิดการการพูดคุย ช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความรู้กัน

2) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรของโรงเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระชีววิทยาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

3) กำหนดหัวข้อ สาระสำคัญ จำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อ และจำนวนคาบเรียน

แผนลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	ต่อมไพบีเลียลและต่อมใต้สมอง	3
2	ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์	2
3	ฮอร์โมนจากตับอ่อน ต่อมหมวกไต อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อเยื่ออื่น ๆ	3
4	พฤติกรรมของสัตว์และพฤติกรรมเป็นมาแต่กำเนิด	2
5	พฤติกรรมการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างสัตว์	3
		รวม 13

4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบตามจำนวนแผนที่กำหนดทั้งหมด 5 แผน 13 คาบ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน และมีบทบาทครูและนักเรียนดังตารางที่ 12



ตารางที่ 12 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นการระบุหัวข้อ (Identifying topics)	<ol style="list-style-type: none"> <li>แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-6 คน โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่ความสามารถ</li> <li>ชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอน</li> <li>เสนอหัวข้อหรือปัญหาสำหรับการแสวงหาความรู้ซึ่งหัวข้ออาจมาจากเนื้อหาในหลักสูตรหรือมาจากความสนใจของนักเรียน</li> <li>เสนอหัวข้อย่อยเพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกเรื่องที่สนใจศึกษา</li> <li>กระตุ้นความสนใจในการสืบค้นโดยใช้สื่อจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือเรียน หนังสือภาพ นิตยสาร บทความ ฯลฯ</li> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับหัวข้อย่อยต่าง ๆ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อย่อยที่สนใจศึกษา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>อภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกหัวข้อในการแสวงหาความรู้</li> <li>เลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา</li> <li>ซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ</li> </ol>
2. ขั้นการวางแผนภายในกลุ่ม (Planning in group)	<ol style="list-style-type: none"> <li>อำนวยความสะดวกโดยการเดินตามกลุ่มต่าง ๆ และคอยให้คำแนะนำและเสนอแนวทางในการวางแผนให้มีความชัดเจนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น</li> <li>ให้คำปรึกษาและกำชับเวลาในการอภิปรายเพื่อวางแผน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ร่วมกันวางแผน อภิปรายหัวข้อที่เลือกมา กำหนดแนวทางในการสืบค้น</li> <li>กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม ได้แก่ หัวหน้า หรือผู้ประสานงาน ผู้นำเสนอ ผู้บันทึก คณะกรรมการ</li> </ol>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		3. หัวหน้ากลุ่มนำอภิปรายเพื่อวางแผนการสืบค้น 4. ผู้บันทึกทำการบันทึกแนวทางในการสืบค้นที่สมาชิกแต่ละคนนำเสนอ
3. ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ (Carrying out the investigation)	1. ทบทวนแผนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม คอยให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแก่นักเรียน 2. ติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน 3. ให้คำปรึกษาและตอบคำถามนักเรียน	1. ดำเนินงานตามแผนที่ได้วางไว้ 2. ลงมือแสวงหาความรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 2 3. สมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ วิเคราะห์และประเมินข้อมูลเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม 4. สมาชิกแต่ละคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น 5. สมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคอยสรุปความรู้ต่าง ๆ
4. ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม (Preparing a group report)	1. จัดหาอุปกรณ์การนำเสนอให้นักเรียน 2. ให้คำปรึกษาและตอบคำถามนักเรียน 3. ชี้แจงนักเรียนว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มควรมีส่วนร่วมในการนำเสนองาน	1. วิเคราะห์ แลกเปลี่ยน ประเมินและลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้รวบรวมมารวมกัน 2. เตรียมการนำเสนอ อาจใช้การให้ความรู้หรือสร้างความดึงดูดใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบจำลอง ศูนย์การเรียนรู้ การเขียนรายงาน การเล่นเกม แสดงบทบาทสมมติเป็นไกด์ทัวร์ หรือทำสไลด์เพื่อนำเสนอ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		3. นักเรียนที่รับผิดชอบเป็นคณะกรรมการติดต่อครูเพื่อจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอ
5. ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม (Presenting a group report)	1. ชี้แจงระยะเวลาที่ใช้ในการนำเสนอและลำดับการนำเสนอ 2. ถามคำถามและให้ข้อเสนอแนะ 3. พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอ	1. นำเสนอรายงานของกลุ่มหน้าชั้นเรียน 2. ตอบคำถามผู้ฟัง 3. กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอให้เป็นผู้ฟังที่ดีและมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอ
6. ขั้นการประเมินผล (Evaluating)	1. นำนักเรียนอภิปรายและสรุปกิจกรรมการเรียนรู้จากหัวข้อของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และนักเรียนมีความเข้าใจหัวข้อและงานที่ทำตลอดเวลาหรือไม่ 2. ประเมินการเรียนรู้และการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	1. ประเมินการนำเสนอของเพื่อนแต่ละกลุ่ม 2. ประเมินการทำงานของตนเองและกลุ่มของตนเองเพื่อพัฒนาในครั้งต่อไป

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และครูในสถานศึกษา (รายนามดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระและความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผล ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วจึงผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงแก้ไข จากการพิจารณาข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปประเด็นสำคัญที่ปรับแก้ได้ ดังตารางที่ 13

**ตารางที่ 13** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ประเด็นปรับแก้	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ
1. ด้านเนื้อหาและรูปแบบของแผนฯ	<p>- เสนอให้ปรับแก้หัวข้อที่นักเรียนต้องเลือกศึกษา ควรปรับให้มีความน่าสนใจและมีปริมาณเนื้อหาที่ใกล้เคียงกัน พิจารณาว่าแต่ละหัวข้ออยู่ในระดับเดียวกันหรือไม่ อาจปรับหัวข้อให้มีลักษณะเป็นกรณีศึกษา โดยระบุความผิดของคนและวิเคราะห์เชื่อมโยงกลับไปหน้าที่ของฮอร์โมนนั้น</p> <p>- เสนอให้ปรับแก้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เนื่องจากเป็นสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ให้เปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้แทน</p>
2. ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	- เสนอให้ปรับแก้ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล ให้เพิ่มกิจกรรมที่ครูนำนักเรียนสรุป เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยาก
3. ด้านการใช้ภาษา	<p>- เสนอให้ปรับแก้คำ ดังนี้</p> <p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปรับคำว่า <i>โครงสร้าง</i> เป็นคำว่า <i>ระบบ</i>, ปรับคำถามของหัวข้อที่ 5 จาก <i>ส่งผลกระทบต่ออวัยวะ</i> เป็น <i>ส่งผลต่อการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์</i></p> <p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปรับคำว่า <i>การเปลี่ยนแปลง</i> เป็นคำว่า <i>กระบวนการเปลี่ยนแปลง</i></p>

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับแก้แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยเลือกห้องที่มีผลการเรียนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันกับกลุ่มเป้าหมาย

8) ผลการทดลองใช้ พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ที่แน่ชัด ในชั้นวางแผนการแสวงหาความรู้ นักเรียนยังไม่ให้ความร่วมมือเนื่องจากไม่ทราบว่าต้องวางแผนในเรื่องใดบ้าง และนักเรียนกลุ่มสุดท้ายไม่ได้เลือกหัวข้อ ผู้วิจัยนำประเด็นดังกล่าวไปปรับปรุงและแก้ไขการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

### 2.1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย แบบประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของ Kulgemeyer and Schecker (2013) มีรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความแบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ชุดตามผู้ใช้แบบประเมิน คือ 1) ฉบับครูเป็นผู้ประเมิน และ 2) ฉบับบุคคลอื่นซึ่งได้แก่ เพื่อนนักเรียนในระดับชั้นเดียวกัน นักเรียนที่ในระดับชั้นที่สูงกว่าหรือต่ำกว่า ผู้ปกครอง และครูที่ไม่ใช่ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้ประเมิน มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีระดับความสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง

ผู้วิจัยได้สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและในต่างประเทศเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนของ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557), Bowater and Yeoman (2012), Baram-Tsabari and Osborne (2015), Kulgemeyer and Schecker (2013) และ Hinko et al. (2014) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบร่วมของการสื่อสารวิทยาศาสตร์และพบว่าองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดของ Kulgemeyer and Schecker (2013) มีลักษณะร่วมกับองค์ประกอบในงานวิจัยอื่น ๆ และเป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจสาระสำคัญของข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น และมีรายละเอียดของตัวอย่างการประเมินในแต่ละองค์ประกอบชัดเจน

3) ออกแบบผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์สำหรับมอบหมายให้นักเรียนเพื่อนำมาประเมิน

3.1 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดให้นักเรียนพูดเพื่อเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์และใส่สิ่งแทนความประกอบตามหัวข้อที่นักเรียนเลือกตามความสนใจจากทั้งหมด 4 หัวข้อที่ครูกำหนดให้จากเนื้อหาที่นักเรียนเรียนมาแล้ว จากนั้นบันทึกลงในวิดีโอทัศน์ระยะเวลา 3 นาที ก่อนนำไปให้บุคคลอื่นประเมิน

3.2 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเป็นงานที่มอบหมายให้นักเรียนเขียนบทความทางวิทยาศาสตร์และใส่สิ่งแทนความประกอบตามหัวข้อเดียวกันกับด้านการพูด

4) ออกแบบแบบประเมินให้สอดคล้องกับองค์ประกอบที่ต้องการประเมิน โดยแบบประเมินทั้ง 2 ด้านมิใช่เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์โดยพิจารณาเกณฑ์ตามองค์ประกอบสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ ซึ่งมีผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน ส่วนแบบประเมินที่บุคคลอื่นเป็นผู้ประเมิน ผู้วิจัยออกแบบให้มีลักษณะเป็นแบบสอบถามเพื่อให้สะดวกต่อการประเมิน (Bowater & Yeoman, 2012) และตัดองค์ประกอบของเนื้อหาด้านความถูกต้อง ความครบถ้วน และความเป็นลำดับออกไปเนื่องจากบุคคลอื่นเป็นตัวแทนของผู้รับสารทั่วไป

5) ระบุรายละเอียดพฤติกรรมบ่งชี้ของรายการประเมินทั้ง 4 รายการ เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของ Kulgemeyer and Schecker (2013) ดังตารางที่ 14

**ตารางที่ 14** พฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน
1. เนื้อหา (Content)	
ระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	- สื่อสารเนื้อหาสำคัญได้ถูกต้องทั้งหมด
เป็นลำดับขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้ฟังอยากรับสารมากขึ้น	- สื่อสารเนื้อหาสำคัญได้ครบถ้วนทุกประเด็น - เรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างเป็นลำดับ - สื่อสารเนื้อหาให้เกิดความน่าสนใจแก่ผู้รับสาร
2. บริบท (Context)	
เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น	- มีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน - ตัวอย่างที่นำเสนอช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
3. ภาษา (Code)	
เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้	- เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (technical term) หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อสื่อสารได้อย่างเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ - มีการขยายความ คำศัพท์เฉพาะ หรือใช้คำเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจง่ายทุกครั้ง

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน
ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความ คำศัพท์นั้น	
4. สิ่งแทนความ (Representation form)	
เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการส่งสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	- เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหา - เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารส่วนใหญ่ที่เลือก มาช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น

6) กำหนดช่วงคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และช่วงคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์ระดับคุณภาพสมรรถนะการสื่อสารของสำนักทดสอบทางการศึกษา (2555) ซึ่งเปรียบเทียบโดยนำเกณฑ์การตัดสินคุณภาพที่เป็นร้อยละมาเทียบเป็นช่วงคะแนน ดังตารางที่ 15-17

**ตารางที่ 15** ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
25.00-30.00	ดี
18.00-24.99	พอใช้
0.00-17.99	ควรปรับปรุง

**ตารางที่ 16** ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านเนื้อหาโดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
9.91-12.00	ดี
7.21-9.90	พอใช้
0.00-7.20	ควรปรับปรุง

**ตารางที่ 17** ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านบริบท ภาษา และสิ่งแทนความ โดยแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
5.00-6.00	ดี
3.61-4.99	พอใช้
0.00-3.60	ควรปรับปรุง

7) นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมิน เกณฑ์การให้คะแนน นำไปแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบประเมินไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ (รายนามดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างนิยามขององค์ประกอบการสื่อสารวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบกับพฤติกรรมบ่งชี้ จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) และปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบประเมิน

8) นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

1. ปรับแก้หัวข้อที่นำมาให้นักเรียนเลือก ควรเป็นหัวข้อที่มีขอบเขตของเนื้อหาที่ไม่กว้างเกินไป มีมีโนทัศน์หลักที่ชัดเจน
2. ปรับแก้เกณฑ์การประเมินในองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความ จาก *เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่เหมาะสมกับเนื้อหา* เป็น *เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหา* เนื่องจากเหมาะสมอย่างเดียวยังอาจไม่ถูกต้องเสมอไป
3. ปรับเกณฑ์ขององค์ประกอบให้มีองค์ประกอบย่อยในการประเมิน ตัวอย่างเช่น องค์ประกอบด้านเนื้อหา มีองค์ประกอบย่อย ได้แก่ ความถูกต้อง ความครบถ้วน ความเป็นลำดับ และความน่าสนใจ
4. ข้อมูลจากการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งด้านการพูดและการเขียน ซึ่งมีผู้ประเมินคือครูและผู้อื่น มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความสามารถของนักเรียน ดังต่อไปนี้



- 1) ระดับความสามารถที่ครูและบุคคลอื่นประเมินตรงกันให้พิจารณาเป็นระดับความสามารถนั้น
- 2) หากระดับความสามารถที่ครูและบุคคลอื่นประเมินไม่ตรงกัน ให้พิจารณาว่าระดับความสามารถต่างกัน 1 หรือ 2 ระดับ ตัวอย่างเช่น ดีกับพอใช้ถือว่าต่าง 1 ระดับ แต่ดีกับควรปรับปรุงถือว่าต่างกัน 2 ระดับ
- 3) ในกรณีที่ต่างกัน 1 หรือ 2 ระดับ ให้พิจารณาระดับความสามารถในส่วนที่ครูเป็นผู้ประเมินอีกครั้ง โดยตัดคะแนนองค์ประกอบของเนื้อหาด้านความถูกต้อง ความครบถ้วน และความเป็นลำดับ ออกไป จากนั้นพิจารณาเปรียบเทียบระดับจากส่วนที่ครูและส่วนที่บุคคลอื่นเป็นผู้ประเมิน เนื่องจากแบบประเมินของครูและบุคคลอื่นแตกต่างกันที่คะแนนองค์ประกอบของเนื้อหา ด้านความถูกต้อง ความครบถ้วน และความเป็นลำดับ
- 4) หลังการเปรียบเทียบในข้อ 3) หากระดับความสามารถที่ครูและบุคคลอื่นประเมินตรงกันแล้ว ให้เลือกใช้ระดับความสามารถนั้นเลย
- 5) ในกรณีที่ระดับความสามารถยังคงต่างกัน 1 หรือ 2 ระดับ ให้นำผลงานของนักเรียนมาตรวจทานอีกครั้งและพิจารณาแบบประเมินของบุคคลอื่นรายคนเพื่อพิจารณาระดับความสามารถท้ายสุด

## 2.2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการทำงานเป็นทีม ประกอบด้วย แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมโดยใช้การให้คะแนนแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) พัฒนาขึ้นจากการสรุปองค์ประกอบสำคัญตามแนวคิดของ ทิศนา แคมมณี (2537) วราภรณ์ ตระกูลสถุขดี (2549) และ Tarricone and Luca (2002) มีรายการประเมิน 6 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 3 ชุดตามผู้ใช้แบบประเมิน คือ 1) ฉบับครูเป็นผู้ประเมิน 2) ฉบับตนเองเป็นผู้ประเมิน และ 3) ฉบับเพื่อนสมาชิกเป็นผู้ประเมิน แบบประเมินนี้ใช้ในการสังเกตความสามารถในการทำงานเป็นทีมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีระดับความสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง

ผู้วิจัยได้สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและในต่างประเทศเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีม

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการสร้างเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

3) สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการประเมิน

4) ออกแบบเกณฑ์โดยใช้การให้คะแนนแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) มีทั้งหมด 5 ระดับและมีคำอธิบายระดับความสามารถที่ 1 และ 5 อ้างอิงจากรูปแบบเครื่องมือของ Nelson et al., (2007) cited in Southern Cross University (2013) ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบสำคัญของการทำงานเป็นทีม ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ จากการสรุปองค์ประกอบสำคัญตามแนวความคิดการวิจัยของ ทิศนา แชนมณี (2537) วราภรณ์ ตระกูลสุษดี (2549) และ Tarricone and Luca (2002) ซึ่งแบบประเมินทั้ง 3 ชุดที่แบ่งตามลักษณะผู้ใช้แบบประเมินใช้องค์ประกอบเดียวกันในการประเมิน

5) กำหนดช่วงคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมและช่วงคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมในแต่ละองค์ประกอบ โดยพิจารณาใช้ช่วงคะแนนจากพิสัย โดยการนำคะแนนค่าสูงสุดลบกับคะแนนค่าต่ำสุด จากนั้นนำคะแนนที่ได้หารกับจำนวนระดับความสามารถ ทำให้ได้ช่วงคะแนนในแต่ละระดับความสามารถที่ห่างเท่า ๆ กัน ยกเว้น ระดับควรปรับปรุงที่เริ่มนับคะแนนต่ำสุดจากค่าคะแนนต่ำสุดที่นักเรียนได้ ดังตารางที่ 18 และ 19 ตามลำดับ

**ตารางที่ 18** ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีม โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
23.35-30.00	ดี
16.68-23.34	พอใช้
0.00-16.67	ควรปรับปรุง

**ตารางที่ 19** ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน ยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
3.68-5.00	ดี
2.34-3.67	พอใช้
0.00-2.33	ควรปรับปรุง

6) นำแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่สร้างขึ้นเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ จากนั้นนำไปแก้ไขปรับปรุง

7) นำแบบประเมินไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา 2 ท่าน และครูในโรงเรียน 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบประเมิน จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) และปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน และความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบประเมิน

8) นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

1. ปรับแก้ ฉบับประเมินตนเอง ในข้อที่ 4 จาก *ฉันมักไม่ค่อยได้ร่วมในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีม* เป็น *ฉันมักไม่ได้ร่วมในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีม* ตัดคำว่า *ค่อย* ออกเพื่อให้สอดคล้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ

2. ปรับแก้ ฉบับประเมินตนเอง องค์ประกอบด้านการยอมรับนับถือและเข้าใจกัน จาก *ฉันรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกคนอื่นทุกครั้ง* เป็น *ฉันรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกคนอื่นทุกครั้งและอภิปรายร่วมกันโดยไม่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง*

3. ปรับลักษณะของภาษาเพื่อให้นักเรียนรู้สึกไม่กังวลและประเมินตามความเป็นจริงมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ปรับแก้จาก *ฉันไม่เคยเริ่มอภิปรายงานกลุ่มก่อนเลย* เป็น *ฉันไม่ค่อยได้ร่วมในการอภิปรายของกลุ่ม*

4. บางองค์ประกอบมีประเด็นย่อยให้พิจารณามาก ควรแยกประเด็นสำหรับการประเมินในองค์ประกอบนั้น

5. เพิ่มสรรพนาม *ฉัน* ที่เกณฑ์การประเมินตนเองของนักเรียน เช่น *ฉันมีส่วนร่วม...*

9) นำแบบประเมินที่ปรับแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินนี้ในการให้คะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องในการให้คะแนน (Inter-rater reliability) ระหว่างผู้วิจัยกับผู้ร่วมวิจัย 2 ท่าน โดยนำคะแนนการประเมินมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลการตรวจสอบสรุปได้ว่า คะแนนประเมินที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.50-0.87 ในกรณีนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.50 ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยจะมาอภิปรายร่วมกันอีกครั้งในรายการประเมินต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการประเมินได้ตรงกัน

#### 4. แผนการดำเนินการวิจัยและการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

##### 4.1 การเตรียมนักเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินการจัดกิจกรรม

ผู้วิจัยเตรียมนักเรียนด้วยการแนะนำการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มให้กับนักเรียนเข้าใจในประเด็นดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้
2. ลักษณะของการจัดการเรียนรู้
3. บทบาทหน้าที่ของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนนำเสนอการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดโดยบันทึกในวิดิต์สคีนและด้านการเขียนโดยเขียนลงในบทความในหัวข้อที่นักเรียนเลือกตามความสนใจจากทั้งหมด 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) เพราะเหตุใดถึงต้องแลบลิ้นขึ้นไปในอากาศ 2) ยาฆ่าแมลงออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของเราอย่างไร 3) สายตาสั้นและสายตายาวเกิดขึ้นได้อย่างไร และ 4) โครงสร้างร่างกายของนกช่วยเอื้อประโยชน์ในการบินได้อย่างไร ซึ่งเป็นหัวข้อที่มีเนื้อหาจากบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว โดยผลงานนี้ถือว่าเป็นผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังจากการตรวจผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนนัดหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาพบนอกเวลาเรียนและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ครั้งต่อไป ทั้งนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้รับฟังข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงของสมาชิกคนอื่นเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของตนเอง

##### 4.2 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรม

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่พัฒนาขึ้นวันที่ 15 มกราคม พ.ศ.2559 ถึง วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 รวม 5 สัปดาห์ 13 คาบเรียน ในระหว่างดำเนินการสอนในคาบเรียนแรก ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คนทำการสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักเรียน จากนั้นท้ายคาบเรียนให้นักเรียนประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของตนเองและเพื่อนสมาชิก เพื่อใช้เป็นข้อมูลความสามารถในการทำงานเป็นทีมก่อนเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดโดย

บันทึกในวิดิทัศน์และด้านการเขียนโดยเขียนลงในบทความในหัวข้อที่นักเรียนเลือกตามความสนใจจากทั้งหมด 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ตาที่สามของกิ้งก่าคืออะไร 2) โรคคอกพอกเกิดขึ้นได้อย่างไร และ 3) สาเหตุใดที่ทำให้โรเบิร์ต เวดโลว์สูงที่สุดในโลก ซึ่งเป็นหัวข้อที่มีเนื้อหาจากบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว โดยผลงานนี้มีลักษณะเป็นงานกลุ่มและไม่ได้นำมาประเมินระดับความสามารถของนักเรียน แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีมและการสื่อสารวิทยาศาสตร์ร่วมกัน หลังจากการตรวจผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นัดหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับฟังข้อเสนอแนะร่วมกันเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ต่อไป

#### 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดกิจกรรม

หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนนำเสนอการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดโดยบันทึกในวิดิทัศน์และด้านการเขียนโดยเขียนลงในบทความในหัวข้อที่นักเรียนเลือกตามความสนใจจากทั้งหมด 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ทำไมผึ้งต้องเต้นรำให้ผึ้งตัวอื่นดู 2) ทำไมเวลาตกใจมาก ๆ ถึงมีพลังในการยกของหนัก ๆ ได้ 3) ทำไมลูกเป็ดถึงเดินตามสิ่งอื่น ๆ โดยคิดว่าเป็นแม่ของมัน และ 4) ทำไมเวลาเราโดนหนามตำมือถึงรีบชักแขนออกได้เองทันที ทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้สั่งการ โดยผลงานนี้ถือว่าเป็นผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียน และในระหว่างการจัดการเรียนรู้คาบสุดท้าย ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คนทำการสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของนักเรียน จากนั้นท้ายคาบเรียนให้นักเรียนประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของตนเองและเพื่อนสมาชิก เพื่อใช้เป็นข้อมูลความสามารถในการทำงานเป็นทีมหลังเรียน

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

##### 5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนของนักเรียนมีขั้นตอนดังนี้

- นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลงานการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดที่นำเสนอผ่านวิดิทัศน์ และด้านการเขียนผ่านบทความ มาเทียบกับช่วงคะแนนเพื่อระบุระดับความสามารถ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายโดยการหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของความสามารถในการทำงานเป็นทีมแต่ละระดับความสามารถโดยการบรรยายลักษณะตัวอย่างผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและวิเคราะห์รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบซึ่งได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ

2. หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนเฉลี่ยโดยรวมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรม ด้วยสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระต่อกัน (Paired t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่ระดับ .05

## 5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

จากข้อมูลการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ซึ่งมีผู้ประเมินคือนักเรียนประเมินตนเอง เพื่อนสมาชิกในทีม และครู วิเคราะห์ระดับความสามารถจากคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมโดยการหาค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำงานเป็นทีมของผู้ประเมินทุกคน และเมื่อทราบระดับความสามารถและค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนให้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. นำคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่ประเมินโดยตัวนักเรียนเอง เพื่อนสมาชิกในทีม และครู มาเฉลี่ยและเทียบกับช่วงคะแนนเพื่อหาระดับความสามารถ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายโดยการหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ

2. หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมในแต่ละองค์ประกอบและคะแนนเฉลี่ยโดยรวมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีม ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรม ด้วยสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระต่อกัน (Paired t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่ระดับ .05

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผลข้อมูล คือ คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีม ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด 2) ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด เป็นการประเมินนักเรียนโดยมอบหมายงานให้นักเรียนไปพูดเพื่อเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่นักเรียนเลือกและบันทึกลงในวิดิทัศน์ แล้วนำวิดิทัศน์นั้นมาประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 ศักยภาพระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเทียบกับช่วงคะแนนและระดับความสามารถ

**ตารางที่ 20** ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดี	5	11.36	19	43.18
พอใช้	20	45.45	25	56.82
ควรปรับปรุง	19	43.18	0	0.00

จากตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับดีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 11.36 เป็นร้อยละ 43.18 และระดับพอใช้เพิ่มขึ้นจาก 45.45 เป็นร้อยละ 56.82 รวมทั้งไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง โดยมีรายละเอียดผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดหลังการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มในระดับความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

### ตัวอย่างผลงานนักเรียน: การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด

#### ตัวอย่างที่ 1 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับดี

นักเรียนได้นำเสนอผ่านวีดิทัศน์ เรื่อง “ทำไมเวลาตกใจมาก ๆ ถึงมีพลังในการยกของหนัก ๆ ได้” โดยจัดทำให้มีลักษณะเป็นเสียงบรรยายประกอบกับภาพหรือภาพเคลื่อนไหว แสดงให้เห็นถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับดี มีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

**ด้านเนื้อหา:** นักเรียนระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้รับสารอยากรับรู้และติดตามเรื่องราวนั้นมากขึ้น

“...Angela Cavalla ได้ช่วยชีวิต Anthony ลูกชายของเธอ จากการถูกทับของรถเซฟวีที่เขากำลังซ่อมอยู่...

...คุณฟังไม่ผิด เธอยกน้ำหนักกว่าตันครึ่งขึ้นมาจากพื้นได้ เธอทำได้ยังไง เธอมีพลังพิเศษหรือเปล่าหรือว่าเป็น wonder woman กันแน่ ไม่เลย คุณ Angela เป็นแค่ผู้หญิงธรรมดาและก็ได้เป็นนักเพาะกายอะไรทั้งสิ้น ต้องขอบคุณฮอว์กแมนสุดเจ๋งตัวนี้ที่ชื่อว่าอะดรีนาลีน...

...สมองส่วนไฮพาทาลามัสซึ่งมีหน้าที่สั่งให้ฮอว์กแมนหลัง ก็จะสั่งให้อะดรีนาลีนหลังออกมาจากต่อมหมวกไต เมื่ออะดรีนาลีนเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด เลือดจะย้ายที่จากอวัยวะภายในไปสู่กล้ามเนื้อแทนนั้นหมายถึงออกซิเจนในกล้ามเนื้อก็จะมากขึ้น อะดรีนาลีนยังช่วยเปลี่ยนไกลโคเจนซึ่งอยู่ในรูปไขมันให้เป็นกลูโคสซึ่งอยู่ในรูปน้ำตาลทำให้น้ำเอาไปใช้ได้ง่ายยิ่งขึ้น...”

จากคำบรรยายข้างต้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้สื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน โดยเนื้อหาสำคัญในหัวข้อนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) สาเหตุที่เรยกของหนักมาก ๆ เวลาตกใจได้ (ร่างกายหลังฮอว์กแมนอะดรีนาลีน) 2) แผลงที่หลังฮอว์กแมนนี้ (ต่อมหมวกไต) และ 3) ผลที่เกิดขึ้นจากการหลังฮอว์กแมน (หัวใจเต้นเร็ว ความดันเลือดสูงขึ้น ไกลโคเจนเปลี่ยนเป็นกลูโคส ฯลฯ) แต่ด้าน



ความถูกต้องนักเรียนยังบรรยายเนื้อหาผิดบางส่วน ตัวอย่างเช่น นักเรียนกล่าวว่า *ไกลโคเจนซึ่งอยู่ในรูปไขมัน* ซึ่งที่ถูกต้องคือ *ไกลโคเจนเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (ในรูปโพลีแซคคาไรด์)* ด้านลำดับของเนื้อหาการเรียนเรียบเรียงได้อย่างถูกต้องเป็นลำดับ เริ่มตั้งแต่ 1) สาเหตุที่ร่างกายสามารถยกของหนัก ๆ ได้เวลาตกใจ 2) แหล่งที่หลังฮอร์โมนอะดรีนาลีน 3) ผลของฮอร์โมนที่มีต่อร่างกาย ด้านความน่าสนใจของเนื้อหาการเรียนนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ โดยนักเรียนเล่าเกริ่นนำที่มาของปัญหา โดยการใช้คำถามเพื่อชวนให้ผู้ฟังคล้อยตามแล้วจึงเฉลยคำตอบนั้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนเล่าเรื่องโดยถามคำถามว่า *เธอยกน้ำหนักกว่าต้นครึ่งขึ้นมาจากพื้นได้ เธอทำได้ยังไง* ซึ่งคำตอบคือ ฮอร์โมนอะดรีนาลีน นอกจากนี้ลักษณะคำถามที่นักเรียนใช้ประกอบการเล่าช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้ฟังได้ ตัวอย่างเช่น *เธอมีพลังพิเศษหรือเปล่าหรือว่าเธอเป็น wonder woman กันแน่*

ด้านบริบท: เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น

“ในปี 1982 ในเมือง Lawrenceville สหรัฐอเมริกา Angela Cavalla ได้ช่วยชีวิต Anthony ลูกชายของเธอ จากการถูกทับของรถเซพวีที่เขากำลังซ่อมอยู่ เหตุการณ์คือแม่แรงที่ยกรถเกิดสั่นลงมา เซพวีที่หนักกว่าต้นครึ่งก็ไหลลงมาทับโทนี่ ทำให้โทนี่ที่อยู่ใต้ท้องรถร้องลั่นขึ้นมา ก่อนที่จะหมดสติไป Angela รีบออกมาเพื่อดูลูกชายของเธอ เธอพยายามร้องเรียกขอความช่วยเหลือจากเพื่อนข้างบ้านของเธอ แต่มั่นใช้เวลาานานเกินไป เธอจึงจัดการด้วยตนเอง นำเหล็กชื่อ Angela ยกรถได้ด้วยตนเองและมันสูงพอที่จะเอาแม่แรงกลับมาวางและดึงตัวโทนี่ออกมาได้ คุณฟังไม่ผิด เธอยกน้ำหนักกว่าต้นครึ่งขึ้นมาจากพื้นได้...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายเรื่องราวโดยยกตัวอย่างเหตุการณ์อุบัติเหตุรถยนต์ร่วงลงมาทับคนที่กำลังซ่อมรถอยู่ ซึ่งเหตุการณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่างประกอบนี้เป็นเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันของผู้ฟัง เหตุการณ์นี้กล่าวถึงอาการตกใจอย่างมากของ Angela หลังจากที่เธอเห็นลูกชายของเธอถูกรถร่วงลงมาทับจนหมดสติ ซึ่งเป็นสาเหตุของการหลั่งฮอร์โมนอะดรีนาลีน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจสาเหตุของการหลั่งฮอร์โมนอะดรีนาลีนได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างที่นักเรียนยกมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาเป็นตัวอย่างที่มาจากข่าวหนังสือพิมพ์ ซึ่งหมายความว่าเหตุการณ์นี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมาแล้ว

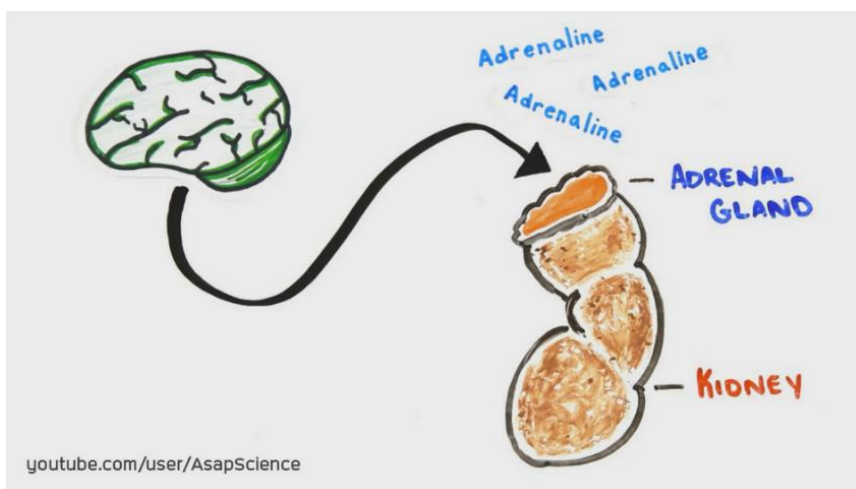
ด้านภาษา: เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความคำศัพท์นั้น

“...ต้องขอบคุณฮอร์โมนสุดเจ๋งตัวนี้ที่ชื่อว่าอะดรีนาลีน อะดรีนาลีนจะหลั่งออกมาตามธรรมชาติเมื่อมีอาการตกใจ โกรธ หรือมีความเครียดสูง...

...สมองส่วนไฮโปทาลามัสซึ่งมีหน้าที่สั่งให้ฮอร์โมนหลั่ง ก็จะสั่งให้อะดรีนาลีนหลั่งออกมาจากต่อมหมวกไต เมื่ออะดรีนาลีนเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด เลือดจะย้ายที่จากอวัยวะภายในไปสู่กล้ามเนื้อแทนนั้นหมายถึงออกซิเจนในกล้ามเนื้อก็จะมากขึ้น อะดรีนาลีนยังช่วยเปลี่ยนไกลโคเจนซึ่งอยู่ในรูปไขมันให้เป็นกลูโคสซึ่งอยู่ในรูปน้ำตาล...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์แต่มีการให้ความหมายของคำศัพท์นั้นซึ่งถือเป็นกลยุทธ์การให้คำอธิบาย (Explanation) หนึ่งในกลยุทธ์การใช้ภาษา (Hinko et al., 2014) ที่ช่วยทำให้ผู้ฟังเข้าใจคำศัพท์วิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้คำว่าอะดรีนาลีน (Adrenaline) และได้กล่าวอธิบายว่า เป็นฮอร์โมนที่หลั่งออกมาตามธรรมชาติเมื่อมีอาการโกรธ ตกใจ หรือมีความเครียดสูง นอกจากนี้คำว่า ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) นักเรียนได้อธิบายว่าเป็นสมองส่วนที่ทำหน้าที่สั่งให้ฮอร์โมนหลั่ง จึงสังเกตได้ว่าคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ทุกคำที่นักเรียนใช้ได้มีการอธิบายถึงความหมายหรือขยายความเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้ฟังที่ไม่ทราบคำศัพท์นี้สามารถเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น

ด้านสิ่งแทนความ: เลือกใช้ภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการส่งสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น



แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับดี

จากแผนภาพที่ 4 นักเรียนบรรยายว่า “...สมองส่วนไฮโปทาลามัสซึ่งมีหน้าที่สั่งให้ฮอร์โมนหลัง ก็สั่งให้อะดรีนาลีนหลั่งออกมาจากต่อมหมวกไต...”

จากแผนภาพที่ 4 และคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเลือกใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบการบรรยายได้อย่างสอดคล้องกับคำบรรยายและช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ภาพที่นักเรียนเลือกมาประกอบไม่ซับซ้อนมากเกินไปเนื่องจากมีลักษณะเป็นภาพวาดของสมอง (แทนถึงสมองส่วนไฮโปทาลามัส) และต่อมหมวกไต โดยใช้สัญลักษณ์ภาพลูกศรแทนการสั่งการจากสมอง ปลายลูกศรชี้ไปยังอวัยวะเป้าหมายที่ถูกสั่งการ จากนั้นเป็นคำว่า “Adrenaline” ถูกปล่อยออกมาจากต่อมหมวกไต (Adrenal gland)

ตัวอย่างที่ 2 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับพอใช้

นักเรียนได้นำเสนอผ่านวีดิทัศน์ เรื่อง “ทำไมเวลาตกใจมาก ๆ ถึงมีพลังในการยกของหนัก ๆ ได้” โดยจัดทำให้มีลักษณะเป็นเสียงบรรยายประกอบกับภาพหรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับพอใช้ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ด้านเนื้อหา: นักเรียนระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้รับสารอยากรับรู้และติดตามเรื่องราวนั้นมากขึ้น

“เพื่อน ๆ เคยมีประสบการณ์หรือเคยได้ยินไหมครับว่า เวลาคนเราตกใจหรือมีเหตุร้ายเหตุด่วนเกิดขึ้นนั้น ร่างกายของคนเราจะมีพลังกำลังมากขึ้นกว่าปกติ วันนี้เราจะมาไขข้อสงสัยกันนะครับ ในร่างกายของคนเรานั้นมีสารชนิดหนึ่งเหมือนเป็นสารวิเศษอยู่มีชื่อว่าอะดรีนาลีน ซึ่งสารอะดรีนาลีนนี้

เวลาตกใจหรือมีเหตุร้ายเหตุด่วนขึ้น สารนี้จะถูกหลั่งออกมามากกว่าปกติ จะส่งผลทำให้ความเข้มข้นของระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ลมหายใจจะขยาย เหนือออกมาเพิ่มขึ้น รวมทั้งทำให้หัวใจเต้นเร็วมากขึ้นเพื่อที่จะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มากขึ้น จึงทำให้ร่างกายมีพลังงานมากขึ้นโดยไม่รู้ตัว...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้สื่อสารวิทยาศาสตร์ได้เกือบครบถ้วนทุกประเด็น โดยเนื้อหาสำคัญในหัวข้อนี้ควรประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังที่กล่าวไว้ในตัวอย่างที่ 1 แต่ นักเรียนไม่ได้อธิบายถึงแหล่งสร้างฮอร์โมนอะดรีนาลีน ในด้านความถูกต้องของเนื้อหา นักเรียนยังบรรยายเนื้อหาผิดบางส่วน ตัวอย่างเช่น นักเรียนกล่าวว่า ลมหายใจจะขยาย ซึ่งที่ถูกต้องคือ หลอดลมขยาย ทำให้อากาศสามารถผ่านเข้าสู่ปอดได้มากขึ้น ด้านลำดับของเนื้อหา นักเรียนเรียงเรียงได้อย่างถูกต้องเป็นลำดับ แต่ขาดเนื้อหาแหล่งที่สร้างอะดรีนาลีน ด้านความน่าสนใจของเนื้อหา นักเรียนเริ่มต้นการเล่าโดยให้ผู้ฟังนึกถึงประสบการณ์เวลาตกใจมาก ๆ และสามารถยกของหนัก ๆ ได้ จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้ฟังสงสัยก่อนเข้าสู่เนื้อหา ซึ่งเป็นการกล่าวนำที่กระชับและตรงประเด็น ทำให้ผู้ฟังทราบว่าผู้พูดต้องการสื่ออะไรและต้องการที่จะฟังคำตอบจากเนื้อหาในส่วนถัดมา

ด้านบริบท: เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น

“...ยกตัวอย่างเช่น มีบ้านหลังหนึ่งเกิดไฟไหม้ขึ้นมา เจ้าของบ้านตกใจสุดขีด จึงพยายามยกของมีค่าออกจากบ้านเพื่อที่จะไม่ให้ได้รับความเสียหาย เจ้าของบ้านยกกล่องใบหนึ่งออกจากบ้านโดยที่ไม่ได้คิดอะไร พอไฟดับลง เจ้าของบ้านพยายามยกกล่องใบนั้นเหมือนที่ยกออกมาแต่ยกไม่ไหวเหมือนตอนที่ยกออกมา คงจะงงใจไหมล่ะครับว่าทำไมถึงยกกล่องใบนั้นไม่ไหว ก็ เพราะว่าตอนไฟไหม้ทำให้ตกใจ ทำให้หลังอะดรีนาลีนออกมา แต่พอไฟดับลง สารอะดรีนาลีนไม่ถูกหลั่งจึงไม่สามารถยกกล่องใบนั้นได้ เนี่ยแหละครับ สารอะดรีนาลีน มันมีประโยชน์มาก ๆ เลยไข่ไหมครับ แล้วเพื่อน ๆ ละ คิด ยังไงกับสารนี้”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายเรื่องราวโดยยกตัวอย่างเหตุการณ์สมมติของเจ้าของบ้านคนหนึ่งที่บ้านถูกไฟไหม้ เจ้าของบ้านตกใจมากและรีบยกกล่องใบหนึ่งออกมา แต่เมื่อไฟดับลงเจ้าของบ้านไม่สามารถยกของกล่องใบนั้นได้ ถึงแม้ว่าเหตุการณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่างมาประกอบไม่ได้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง แต่เหตุการณ์นี้อาจเกิดขึ้นกับผู้ฟังหรืออาจเกิดขึ้นกับผู้อื่น

ที่ผู้ฟังสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน โดยตัวอย่างเหตุการณ์ค่อนข้างชัดเจนที่สื่อถึงสถานการณ์ไฟไหม้ที่ทำให้คนเกิดอาการตกใจมาก ๆ จนร่างกายหลังอะดรีนาลีน นอกจากนี้ในเหตุการณ์ยังกล่าวถึงว่าเจ้าของบ้านคนนี้ได้ยกกล่องใบหนึ่งออกมาขณะที่ตกใจและหลังอะดรีนาลีนออกมา แต่เมื่อหายตกใจร่างกายหยุดหลังอะดรีนาลีนเขาไม่สามารถยกกล่องใบเดิมได้ แสดงให้เห็นว่าอะดรีนาลีนมีส่วนสำคัญในการที่ทำให้เจ้าของบ้านมีพลังในการยกของหนัก ๆ เวลาตกใจได้ซึ่งช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจผลที่เกิดขึ้นจากการหลังอะดรีนาลีนในบริบททั่วไปและทำให้เข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

ด้านภาษา: เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความคำศัพท์นั้น

“...ในร่างกายของคนเรานั้นมีสารชนิดหนึ่งเหมือนเป็นสารวิเศษอยู่มีชื่อว่า อะดรีนาลีน ซึ่งสารอะดรีนาลีนนี้ เวลาตกใจหรือมีเหตุร้ายเหตุด่วนขึ้น สารนี้จะถูกหลั่งออกมามากกว่าปกติ จะส่งผลทำให้ความเข้มข้นของระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ลมหายใจจะขยาย เหนือออกมามากขึ้น รวมทั้งทำให้หัวใจเต้นเร็วมากขึ้นเพื่อที่จะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มากขึ้น จึงทำให้ร่างกายมีพลังงานมากขึ้นโดยไม่รู้ตัว...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเลือกใช้คำศัพท์ที่พบได้ทั่วไปแทนคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้คำว่า สาร แทนคำว่า ฮอร์โมน ซึ่งถือเป็นกลยุทธ์การใช้คำทั่วไปที่ไม่เป็นทางการ (Colloquialism) เพื่อช่วยให้ผู้ฟังที่ไม่ได้มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น (Hinko et al., 2014) และได้กล่าวอธิบายหน้าที่ของอะดรีนาลีนว่าเป็นสารที่หลั่งออกมามากกว่าปกติเวลาตกใจหรือมีเหตุร้ายเหตุด่วนขึ้น และส่งผลต่อร่างกายต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ฟังที่จะเข้าใจว่าอะดรีนาลีนส่งผลอย่างไรถึงทำให้ร่างกายของคนเรายังสามารถยกของหนักเวลาตกใจมาก ๆ ได้

ด้านสิ่งแทนความ: เลือกใช้ภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการส่งสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น



แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างสิ่งแทนความตัวอย่างที่ 1 ที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์  
ด้านการพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้

จากแผนภาพที่ 5 นักเรียนบรรยายว่า “...ในร่างกายของคนเรานั้นมีสารชนิดหนึ่งเหมือนเป็น  
สารวิเศษอยู่มีชื่อว่าอะดรีนาลีน...”



แผนภาพที่ 6 ตัวอย่างสิ่งแทนความตัวอย่างที่ 2 ที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์  
ด้านการพูดที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้

จากแผนภาพที่ 6 นักเรียนบรรยายว่า “...มีบ้านหลังหนึ่งเกิดไฟไหม้ขึ้นมา เจ้าของบ้านตกใจ  
สุดขีด จึงพยายามยกของมีค่าออกจากบ้านเพื่อที่จะไม่ให้ได้รับความเสียหาย เจ้าของบ้านยกกล่องใบ

หนึ่งออกจากบ้านโดยที่ไม่ได้คิดอะไร พอไฟดับลง เจ้าของบ้านพยายามยกกล่องใบนั้นเหมือนที่ยกออกมาแต่ยกใหม่ไหวเหมือนตอนที่ยกออกมา...”

จากแผนภาพที่ 5-6 และคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเลือกใช้ภาพประกอบการบรรยายได้สอดคล้องกับคำบรรยายได้เพียงบางส่วนเท่านั้น บางภาพที่นักเรียนเลือกยังไม่ได้สื่อความหมายใด ๆ หรือไม่ได้ช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาพแรกที่นักเรียนเลือกมาเป็นภาพกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในขณะที่กำลังบรรยายถึงสารอะตรินาลิน แม้ว่านักเรียนเลือกภาพกราฟมาประกอบ แต่ภาพประกอบดังกล่าวไม่สอดคล้องกับคำบรรยาย อีกภาพหนึ่งที่นักเรียนเลือกมาเป็นภาพเหตุการณ์ไฟไหม้เพื่อมาประกอบสถานการณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่าง ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่นักเรียนบรรยายและช่วยให้ผู้ฟังเห็นภาพสถานการณ์ตามไปด้วย แต่ภาพนี้ไม่ทำให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเนื่องจากภาพเหตุการณ์ไฟไหม้เป็นภาพที่ผู้ฟังสามารถจินตนาการได้ทุกคน และสามารถพบเห็นได้ในเหตุการณ์จริงหรือตามข่าวทางโทรทัศน์ ซึ่งการเลือกสิ่งแทนความมาประกอบการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ควรเลือกสิ่งแทนความที่ผู้ฟังสามารถจินตนาการตามและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น กลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในร่างกายหรือการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสารต่าง ๆ เป็นต้น

1.2 ศักยภาพความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในแต่ละองค์ประกอบสำคัญของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**ตารางที่ 21** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

องค์ประกอบสำคัญ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
1. เนื้อหา	12	9.55	79.58	0.98	พอใช้
2. บริบท	6	4.18	69.67	1.02	พอใช้
3. ภาษา	6	5.25	87.50	0.69	ดี
4. สิ่งแทนความ	6	5.00	83.33	0.75	ดี
คะแนนรวม	30	23.98	79.93	2.31	พอใช้

จากตารางที่ 21 เมื่อพิจารณาคะแนนโดยเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด พบว่า ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดโดยรวมของ

นักเรียนจัดอยู่ในระดับพอใช้ องค์ประกอบที่นักเรียนทำได้ในระดับดี คือ องค์ประกอบด้านภาษาและสิ่งแทนความ และองค์ประกอบที่นักเรียนทำได้ในระดับพอใช้ คือ องค์ประกอบด้านเนื้อหาและบริบท

1.3 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนด 3 ระดับความสามารถ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุงมีคะแนนในช่วง 0.00-17.99 ระดับพอใช้มีคะแนนในช่วง 18.00-24.99 คะแนน ระดับดีมีคะแนนในช่วง 25.00-30.00 คะแนน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ค่าสถิติ	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t
ค่าเฉลี่ย					
ก่อนเรียน	21.00	70.00	2.89	พอใช้	7.01
หลังเรียน	23.98	79.93	2.31	พอใช้	

\*p < .05

จากตารางที่ 22 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด 21.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.00 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และหลังเรียนนักเรียนได้คะแนน 23.98 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.93 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน เป็นการประเมินนักเรียนจากบทความที่นักเรียนเลือกเพื่อเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ และประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ จาก 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริคส์

2.1 ศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเทียบกับช่วงคะแนนและระดับความสามารถ



**ตารางที่ 23** ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดี	9	20.45	22	50.00
พอใช้	16	36.36	22	50.00
ควรปรับปรุง	19	43.18	0	0.00

จากตารางที่ 23 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนพบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับดีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20.45 เป็นร้อยละ 50.00 และระดับพอใช้เพิ่มขึ้นจาก 36.36 เป็นร้อยละ 50.00 รวมทั้งไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง โดยมีรายละเอียดผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มในระดับความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

#### ตัวอย่างผลงานนักเรียน: การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

ตัวอย่างที่ 1 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับดี

นักเรียนได้นำเสนอผ่านการเขียนบทความ เรื่อง “ทำไมผึ้งต้องเต้นรำให้ผึ้งตัวอื่นดู” โดยจัดทำให้มีลักษณะเป็นบทความและมีภาพประกอบการบรรยาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับดี ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

**ด้านเนื้อหา:** นักเรียนระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้รับสารอยากรับรู้และติดตามเรื่องราวนั้นมากขึ้น

“...ผึ้งเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีการแสดงพฤติกรรมที่น่าสนใจ นั่นคือ การเต้นรำ (dance) ซึ่งเป็นการสื่อสารด้วยท่าทาง ซึ่งมีประสิทธิภาพอย่างมาก ในหมู่แมลง แต่เหมาะสมที่จะใช้สื่อสารในช่วงกลางวันเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนในการเต้นรำของผึ้งมีดังนี้ 1) เมื่อพบแหล่งอาหาร 2) เมื่อผึ้งต้องการบอกตำแหน่งของแหล่งอาหารผึ้งจะเต้นรำเป็นวงกลม (แหล่งอาหารอยู่ใกล้) ถ้าแหล่งอาหารอยู่ไกลกว่า 70 เมตร ผึ้งจะเต้นรำเป็นรูปเลขแปด 3) หลังจากเต้นรำที่บริเวณแหล่งอาหารแล้วผึ้งจะกลับมาเต้นรำที่รังเพื่อบอกให้ผึ้งตัวอื่นทราบ 4) หลังจากนั้นผึ้งก็จะทราบแหล่งอาหารของผึ้ง...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้สื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน โดยเนื้อหาสำคัญในหัวข้อนี้ควรประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) สาเหตุที่ผึ้งต้องเต้นรำ (สื่อสารให้ผึ้งตัวอื่นทราบถึงตำแหน่งของแหล่งอาหาร) 2) รูปแบบการเต้นรำของผึ้ง (การเต้นรำเป็นวงกลมและการเต้นรำเป็นรูปเลขแปด) ในด้านความถูกต้องของเนื้อหา นักเรียนเขียนได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ในด้านลำดับของเนื้อหา นักเรียนเขียนได้อย่างเป็นลำดับเช่นกัน โดยเริ่มจาก 1) สาเหตุที่ผึ้งต้องเต้นรำ 2) รูปแบบการเต้นรำของผึ้ง ในด้านความน่าสนใจของเนื้อหา นักเรียนเขียนได้กระชับ ได้ใจความ ใช้การบรรยายลักษณะพฤติกรรมออกเป็นลำดับตามหัวข้อย่อย ช่วยให้ผู้อ่านอ่านแล้วเข้าใจง่ายขึ้น ดังนั้นในด้านเนื้อหาจึงถูกพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

**ด้านบริบท:** เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น

จากการพิจารณาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นนี้ ไม่พบการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่ผู้อ่านสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ที่ชัดเจน ดังนั้นในด้านบริบทจึงได้รับการพิจารณาอยู่ในระดับควรปรับปรุง

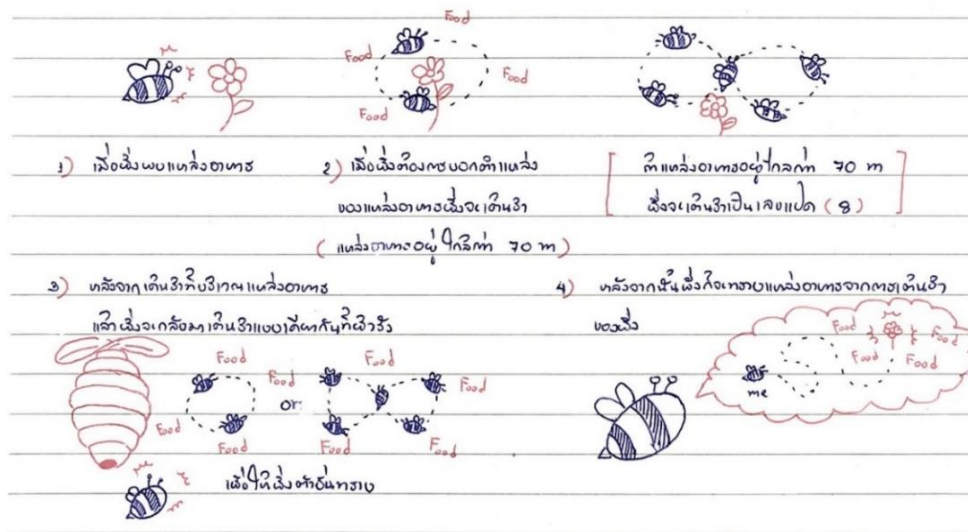
**ด้านภาษา:** เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความคำศัพท์นั้น

“...ผึ้งเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีการแสดงพฤติกรรมที่น่าสนใจ นั่นคือการเต้นรำ (dance) ซึ่งเป็นการสื่อสารด้วยท่าทาง ซึ่งมีประสิทธิภาพอย่างมากในหมู่แมลง แต่เหมาะสมที่จะใช้สื่อสารในช่วงกลางวันเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนในการเต้นรำของผึ้งมีดังนี้ 1) เมื่อพบแหล่งอาหาร 2) เมื่อผึ้งต้องการบอกตำแหน่งของแหล่งอาหารผึ้งจะเต้นรำเป็นวงกลม (แหล่งอาหารอยู่ใกล้) ถ้าแหล่งอาหารอยู่ไกลกว่า 70 เมตร ผึ้งจะเต้นรำเป็นรูปเลขแปด 3) หลังจากเต้นรำที่บริเวณแหล่งอาหารแล้วผึ้งจะกลับมาเต้นรำที่รังเพื่อบอกให้ผึ้งตัวอื่นทราบ 4) หลังจากนั้นผึ้งก็จะทราบแหล่งอาหารของผึ้ง...(เสริม) การส่ายท้องขณะเต้นรำยังช่วยบอกปริมาณของแหล่งอาหารอีกด้วย)”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่ได้ใช้ภาษาเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ในการเขียนบรรยายเท่านั้น แต่มีการอธิบายขยายความโดยใช้ภาษาที่คนที่ทั่วไปเข้าใจได้ง่ายและสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนเลือกใช้คำว่า การเต้นรำเป็นรูปวงกลม

หรือการเต้นรำเป็นรูปเลขแปด แทนคำว่า *round dance* หรือ *waggle dance* นอกจากนี้ลักษณะการใช้ภาษายังเป็นภาษาที่พบได้ทั่วไป เข้าใจง่าย ตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้คำว่า *สายท้อง* แทนคำว่า *การสั่นบริเวณช่วงท้อง* เนื่องจากคนทั่วไปคุ้นชินกับคำว่าสายท้องมากกว่าคำว่า *การสั่นบริเวณท้อง* เป็นภาษาที่ช่วยสื่อสารให้เข้าใจง่ายขึ้น ไม่เป็นคำเชิงวิชาการมากเกินไป

ด้านสิ่งแทนความ: เลือกใช้ภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการส่งสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น



**แผนภาพที่ 7** ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนที่มีคะแนนโดยรวมในระดับดี

จากแผนภาพที่ 7 และคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนวาดภาพประกอบการเขียนบรรยายได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหา ลักษณะภาพที่นักเรียนนำมาประกอบเป็นภาพการ์ตูนที่นักเรียนวาดเองซึ่งสามารถดูและเข้าใจได้ง่าย โดยเริ่มตั้งแต่ภาพที่ผึ้งบินออกไปพบอาหารจนถึงการบินกลับมาแล้วเต้นเพื่อบอกผึ้งตัวอื่น ๆ ถึงตำแหน่งของอาหาร ในรายละเอียดของภาพค่อนข้างครบถ้วนช่วยให้ผู้อ่านเกิดความสนใจและติดตามเนื้อหาได้ง่ายมากขึ้น

ตัวอย่างที่ 2 การสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับพอใช้

นักเรียนได้นำเสนอผ่านการเขียนบทความ เรื่อง “ทำไมผึ้งต้องเต้นรำให้ผึ้งตัวอื่นดู” โดยจัดทำให้มีลักษณะเป็นบทความและมีภาพประกอบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับพอใช้ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ด้านเนื้อหา: นักเรียนระบุเนื้อหาสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน และนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจทำให้ผู้รับสารอยากรับรู้และติดตามเรื่องราวนั้นมากขึ้น

“การสื่อสารในหมู่ผึ้ง ผึ้งสำรวจ (scout honeybee) สามารถส่งข่าวให้ผึ้งงาน (worker) ที่อยู่ในรังให้รู้คุณภาพของแหล่งอาหารและทิศทางตลอดจนระยะทางจากรังถึงแหล่งอาหารนั้น การสื่อสารนี้ต้องอาศัยการแสดงท่าทางสารเคมี และการสัมผัสตัวกัน

การเต้นรำของผึ้งมีอยู่ 2 แบบ คือ round dance และ wagging dance Round dance แสดงถึงระยะทางของแหล่งอาหารที่อยู่ในรัศมีไม่เกิน 100 เมตร ถ้าแหล่งอาหารมีความสมบูรณ์ ผึ้งสำรวจจะเต้นรุนแรงและเร็ว ถ้าอาหารมีน้อย จะเต้นช้าและมักไม่ได้รับความสนใจจากสมาชิกผึ้งงานที่ล้อมดูอยู่รอบๆ

Tail wagging dance แสดงถึงระยะทางของแหล่งอาหารที่อยู่ไกลกว่า 100 เมตร ลักษณะการเต้นแบบนี้ ท้องจะส่ายไปมาโดยผึ้งจะวิ่งเป็นเส้นตรงขึ้นก่อน แล้วหมุนรอบซ้ายและขวาอย่างละครึ่งวงกลม...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในด้านความถูกต้องของเนื้อหา นักเรียนยังไม่สามารถสื่อสารได้ถูกต้องทั้งหมด พบว่ายังมีการสะกดคำผิดเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น honeybee ควรแก้เป็น honey bee และคำว่า tail wagging dance ควรแก้เป็น tail wagging dance นอกจากนี้ นักเรียนกล่าวว่า ..สามารถส่งข่าวให้ผึ้งงาน (worker) ที่อยู่ในรังให้รู้คุณภาพของแหล่งอาหารและทิศทาง... ซึ่งที่ถูกต้องไม่ใช่คุณภาพของอาหารแต่เป็นปริมาณของอาหารที่พบ ในด้านความครบถ้วนของเนื้อหา นักเรียนขาดการนำเสนอสาเหตุที่ผึ้งต้องเต้นรำ (สื่อสารให้ผึ้งตัวอื่นทราบถึงตำแหน่งของแหล่งอาหาร) เพราะนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงว่า การเต้นคือการสื่อสารที่บอกตำแหน่งของแหล่งอาหาร

ด้านบริบท: เชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน หรือตัวอย่างที่ยกมาต้องเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น

จากการพิจารณาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นนี้ ไม่พบการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่ผู้อ่านสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันที่ชัดเจน ดังนั้นในด้านบริบทจึงได้รับการพิจารณาอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ด้านภาษา: เลือกใช้ประเภทภาษาในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยตัดสินใจว่าควรใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน หากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ต้องขยายความคำศัพท์นั้น

“...การเต้นรำของผึ้งมีอยู่ 2 แบบ คือ round dance และ wagging dance

Round dance แสดงถึงระยะทางของแหล่งอาหารที่อยู่ในรัศมีไม่เกิน 100 เมตร ถ้าแหล่งอาหารมีความสมบูรณ์ ผึ้งสำรวจจะเต้นรันทรงและเร็ว ถ้าอาหารมีน้อย จะเต้นช้าและมักไม่ได้รับความสนใจจากสมาชิกผึ้งงานที่ล้อมดูอยู่รอบ ๆ

Tail wagging dance แสดงถึงระยะทางของแหล่งอาหารที่อยู่ไกลกว่า 100 เมตร ลักษณะการเต้นแบบนี้ ท้องจะส่ายไปมาโดยผึ้งจะวิ่งเป็นเส้นตรงขึ้นก่อน แล้วหมุนรอบซ้ายและขวาอย่างละครึ่งวงกลม...”

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเลือกใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นภาษาอังกฤษ และไม่มีการอธิบายขยายความซึ่งอาจทำให้ผู้อ่านไม่เข้าใจ ตัวอย่างเช่น round dance และ wagging dance โดยที่ไม่มีการใช้คำศัพท์ภาษาไทยหรือการอธิบายขยายความการเต้นรำในรูปแบบดังกล่าวเพิ่มเติม นอกจากนี้นักเรียนบรรยายรูปแบบการเต้นรำแบบ tail wagging dance ว่า ..ลักษณะการเต้นแบบนี้ ท้องจะส่ายไปมาโดยผึ้งจะวิ่งเป็นเส้นตรงขึ้นก่อน แล้วหมุนรอบซ้ายและขวาอย่างละครึ่งวงกลม... ซึ่งอาจใช้คำว่า มีลักษณะการบินวนเป็นรูปเลขแปด เพื่อให้ได้ใจความที่กระชับและเข้าใจง่ายมากขึ้นแทนข้อความบรรยายลักษณะข้างต้น และในข้อความนักเรียนใช้คำว่า วิ่ง แทนคำว่า บิน ซึ่งอาจทำให้ผู้อ่านเข้าใจผิดว่าผึ้งเต้นรำในขณะที่วิ่งอยู่บนพื้นแทนการบินอยู่ในอากาศ

ด้านสิ่งแทนความ: เลือกใช้ภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง เพื่อประกอบการสื่อสารได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหาและสิ่งแทนความนั้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น



**แผนภาพที่ 8** ตัวอย่างสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ในผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนที่มีคะแนนโดยรวมในระดับพอใช้

จากแผนภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเลือกภาพประกอบได้อย่างสอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งลักษณะภาพที่นักเรียนนำมาประกอบเป็นภาพกราฟิกที่นักเรียนสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต แสดงถึงรูปแบบการเดินร่าของฝั่งทั้งสองรูปแบบ ได้แก่ การเดินร่าเป็นรูปวงกลมและการเดินร่าเป็นรูปเลขแปด ซึ่งในรายละเอียดของภายในภาพมีลูกศรสีแดงที่ลากเป็นเส้นทางแสดงทิศทางการบินของฝั่งแบบต่าง ๆ ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจลักษณะการเดินร่าของฝั่งทั้งสองรูปแบบได้ชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านสิ่งแทนความจริงอยู่ในระดับดี ถึงแม้ว่าระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์โดยรวมจะอยู่ในระดับพอใช้

2.2) ศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในแต่ละองค์ประกอบสำคัญของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**ตารางที่ 24** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

องค์ประกอบ สำคัญ	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ได้			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
1. เนื้อหา	12	9.07	75.58	1.35	พอใช้
2. บริบท	6	4.50	75.00	0.88	พอใช้
3. ภาษา	6	5.30	88.33	0.82	ดี
4. สิ่งแทนความ	6	4.89	81.50	1.35	พอใช้
คะแนนรวม	30	23.75	79.17	2.80	พอใช้

จากตารางที่ 24 เมื่อพิจารณาคะแนนโดยเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน พบว่า ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนโดยรวมของนักเรียนจัดอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบสำคัญที่นักเรียนทำได้ในระดับดี คือ องค์ประกอบด้านภาษา และองค์ประกอบที่นักเรียนทำได้ในระดับพอใช้ คือ องค์ประกอบด้านเนื้อหา บริบท และสิ่งแทนความ

2.3) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนด 3 ระดับความสามารถ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุงมีคะแนนในช่วง 0.00-17.99 ระดับพอใช้มี

คะแนนในช่วง 18.00-24.99 คะแนน ระดับดีมีคะแนนในช่วง 25.00-30.00 คะแนน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 25

**ตารางที่ 25** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ค่าสถิติ	$\bar{X}$	$\bar{X}$ ร้อยละ	S.D.	ระดับความสามารถ	t
ค่าเฉลี่ย					
ก่อนเรียน	21.50	71.67	3.19	พอใช้	5.14
หลังเรียน	23.75	79.17	2.80	พอใช้	

\*p < .05

จากตารางที่ 25 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน 21.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.67 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และหลังเรียนนักเรียนได้คะแนน 23.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.17 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

การวิเคราะห์ความสามารถในการทำงานเป็นทีม ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลการศึกษาระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน 2) ผลการศึกษาระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ

### 1. ผลการศึกษาระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

**ตารางที่ 26** ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดี	15	34.09	33	75.00
พอใช้	29	65.91	11	25.00
ควรปรับปรุง	0	0.00	0	0.00

จากตารางที่ 26 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีม พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมในระดับดีร้อยละ 75.00 ในระดับพอใช้ร้อยละ 25.00 และไม่มีนักเรียนมีความสามารถในระดับควรปรับปรุง

2. ผลการศึกษาระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมแต่ละองค์ประกอบสำคัญหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

องค์ประกอบสำคัญ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
1. ความเป็นผู้นำ	5	3.98	79.60	0.35	ดี
2. การรู้จักบทบาทหน้าที่	5	4.11	82.20	0.43	ดี
3. การมีเป้าหมายร่วมกัน	5	4.25	85.00	0.36	ดี
4. ความร่วมมือในการทำงาน	5	4.15	83.00	0.36	ดี
5. การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน	5	4.17	83.40	0.29	ดี
6. ความรับผิดชอบ	5	4.23	84.60	0.37	ดี
คะแนนรวม	30	24.90	83.00	1.90	ดี

จากตารางที่ 27 เมื่อพิจารณาคะแนนโดยเฉลี่ยรวมของความสามารถในการทำงานเป็นทีม พบว่า ระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมโดยรวมของนักเรียนจัดอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมในระดับดีทุกองค์ประกอบ ได้แก่ ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การมีเป้าหมายร่วมกัน ความร่วมมือในการทำงาน การยอมรับนับถือและเข้าใจกัน และความรับผิดชอบ

3. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม



ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมระหว่างก่อนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

ค่าเฉลี่ย	ค่าสถิติ	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	ระดับความสามารถ	t
ก่อนเรียน		22.43	74.77	2.15	พอใช้	11.28
หลังเรียน		24.90	83.00	1.90	ดี	

\*p < .05

จากตารางที่ 28 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีม 22.43 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.77 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และหลังเรียนนักเรียนได้คะแนน 24.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.00 ซึ่งอยู่ในระดับดี และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) มุ่งศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวนนักเรียน 44 คน โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 13 คาบ เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ด้านการพูดประเมินนักเรียนจากงานที่มอบหมายงานให้นักเรียนเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่นักเรียนเลือกและบันทึกลงในวีดิทัศน์ และด้านการเขียนประเมินนักเรียนจากบทความวิทยาศาสตร์ในหัวข้อเดียวกับด้านการพูด ผลงานด้านการพูดและการเขียนของนักเรียนดังกล่าวได้รับการประเมินจากครูและบุคคลอื่น ส่วนความสามารถในการทำงานเป็นทีม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใน 3 ลักษณะ คือ การสังเกตพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันในกลุ่มของนักเรียนโดยครูและผู้ช่วยวิจัย การประเมินการทำงานเป็นทีมของตัวนักเรียนเอง และการประเมินการทำงานเป็นทีมของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเดียวกัน การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายเพื่อหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ และนำคะแนนโดยรวมและคะแนนแต่ละองค์ประกอบมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หลังเรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับพอใช้

2. หลังเรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม นักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดี

### อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ประเด็น คือ 1) การศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 2) การศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีม ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับดังนี้

#### 1. การศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

##### 1.1 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาแยกแต่ละองค์ประกอบ พบว่านักเรียนสามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหาและบริบทอยู่ในระดับพอใช้ แต่ในส่วนของการใช้ภาษาและสิ่งแทนความนั้นสามารถสื่อสารได้ในระดับดี ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ดังนี้

(1) *ด้านเนื้อหา* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดในส่วนของเนื้อหาอยู่ในระดับพอใช้นั้น เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. นักเรียนขาดการพิจารณาความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล จากการสังเกตการทำงานและการสอบถามเกี่ยวกับแหล่งที่มาของข้อมูลที่นักเรียนใช้ในวิดีโอทัศน์ พบว่า เนื้อหาที่นักเรียนนำมาประกอบการสื่อสารส่วนใหญ่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งลักษณะข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตมีความหลากหลายและมีจำนวนมากมายมหาศาลทำให้สะดวกในการสืบค้น แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้อาจไม่ถูกต้องและครบถ้วนเสมอไป ข้อมูลจากบางเว็บไซต์ได้รับการเขียนขึ้นโดยบุคคลทั่วไปและไม่มีการอ้างอิงทางวิชาการ และบางเว็บไซต์ปรับแก้ไขได้ ดังนั้นการมีวิจารณญาณในการตรวจสอบคัดเลือกข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องจากแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอินเทอร์เน็ตจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walraven, Brand-Gruwel, and Boshuizen (2009) ที่กล่าวว่า ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่มักเชื่อถือไม่ได้และไม่ครบถ้วน เนื่องจากใครก็ตามสามารถให้ข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ดังนั้นนักเรียนควรประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลก่อนนำข้อมูลไปใช้ แต่ผลการวิจัย พบว่า

นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มักขาดการประเมินข้อมูลและไม่มีเกณฑ์ในการเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่แน่นอน ทำให้การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตไม่มีประสิทธิภาพ

2. ธรรมชาติของการพูดอาจเกิดความผิดพลาดในการสื่อสารเนื้อหาได้ง่าย เนื่องจากการพูดมีลักษณะเป็นการสื่อสารที่มีความต่อเนื่อง รวดเร็ว และสะดวก ผู้พูดสามารถสื่อสารกับผู้ฟังได้ทันที จึงทำให้ความผิดพลาดในการสื่อสารเนื้อหาของผู้พูดโดยที่ไม่ได้ตั้งใจ ตัวอย่างเช่น นักเรียนพูดคำว่า *ลมหายใจจะขยาย* ซึ่งที่ถูกต้องคือ *หลอดลมจะขยาย* ทำให้อากาศสามารถผ่านเข้าสู่ปอดได้มากขึ้น ซึ่งลักษณะความผิดพลาดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Drieman (1962) ที่กล่าวว่า การสื่อสารด้านการพูดเกิดขึ้นเมื่อนานมาแล้ว กระบวนการพูดจึงมีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากการเขียน ซึ่งการพูดเป็นการสื่อสารที่ง่าย เร็ว และสะดวก ซึ่งทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายโดยที่ผู้พูดไม่ได้ตั้งใจและรู้สึกตัวว่าเนื้อหาผิดผิดพลาด อย่างไรก็ตามผลงานของนักเรียนมีลักษณะเป็นการบันทึกลงในวิดิทัศน์ตามหัวข้อที่นักเรียนเลือกโดยมีความยาวประมาณ 2-3 นาที ซึ่งมีโอกาสที่นักเรียนจะนำวิดิทัศน์ของตนเองกลับมาดูซ้ำและแก้ไขได้ แต่เนื่องจากภาระงานของนักเรียนในวิชาต่าง ๆ มีเป็นจำนวนมากอาจส่งผลให้นักเรียนไม่มีเวลาดำเนินการของตนเองมาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

3. ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนที่ 4 ชั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม นักเรียนมีโอกาสปรึกษาหารือกันในการตรวจสอบ จัดกระทำ เรียบเรียงข้อมูล รวมทั้งเลือกวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนสนใจและให้ความสำคัญต่อการรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลที่ได้มาในปริมาณมาก เตรียมตัวเลือกรูปแบบในการนำเสนอต่าง ๆ และวิเคราะห์สรุปเนื้อหาเพื่อเตรียมการนำเสนอ มากกว่าการคัดเลือกหรือตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลหรือเว็บไซต์ และขาดการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าการสืบค้นของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีครูและเพื่อนสมาชิกคนอื่นคอยให้คำแนะนำความถูกต้องของเนื้อหาและแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่หลังจากที่นักเรียนต้องกลับไปสืบค้นข้อมูลเองตามการมอบหมายจากครู นักเรียนบางคนอาจละเลยและไม่ให้ความสำคัญกับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล แต่ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบอื่นมากกว่าเนื้อหา

(2) *ด้านบริบท* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดในส่วนของบริบทอยู่ในระดับพอใช้ นั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. นักเรียนยังไม่มีโอกาสที่จะทบทวนเนื้อหาหรือศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำให้นักเรียนขาดความแม่นยำและความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึก นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันได้ โดยการนำความรู้จากบทเรียนไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสามารถยกตัวอย่างบริบทได้จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจในเนื้อหาเชิงลึก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Avargil, Herscovitz, and Dori (2012) ที่กล่าวว่า การนำมโนทัศน์ของเนื้อหาไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ นักเรียน

จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการคิดขั้นสูง และต้องอ่านบททวนเนื้อหาจากบทเรียน และเชื่อมโยงเข้ากับประเด็นทางสังคมต่าง ๆ เพื่อขยายความรู้พื้นฐานของนักเรียน ถึงแม้ว่าในขั้นตอนที่ 1 ขั้นการระบุหัวข้อ นักเรียนได้มีโอกาสได้เห็นตัวอย่างบริบทจากสถานการณ์ตัวอย่างในหัวข้อที่ครูนำมาให้นักเรียนเลือกศึกษา ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับบริบทในชีวิตประจำวันมากขึ้น อย่างไรก็ตามนักเรียนเองจำเป็นต้องเข้าใจเนื้อหาจึงจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้เองในบริบทที่หลากหลาย

2. ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกการอภิปรายกลุ่มเตรียมการนำเสนอ และในขั้นตอนที่ 5 ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม นักเรียนมีโอกาสที่จะได้ฝึกการใช้บริบทโดยเลือกใช้การแสดงบทบาทสมมติในการนำเสนอเพื่อให้เพื่อนในห้องเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายมากขึ้น ตรงกับที่ King and Ritchie (2012) ได้กล่าวว่า กลยุทธ์การเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทชีวิตประจำวัน ได้แก่ การอภิปรายกลุ่ม การฝึกฝนการแก้ปัญหา บทบาทสมมติ และการเขียนเชิงสร้างสรรค์ อย่างไรก็ตามอาจเป็นสาเหตุมาจากระยะเวลาการนำเสนอที่จำกัด ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เลือกการนำเสนอแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกฝนเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนให้เข้ากับตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวันที่เพียงพอ

(3) *ด้านภาษา* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดในส่วนของการใช้ภาษาอยู่ในระดับดีนั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ในขั้นตอนที่ 3 ขั้นการลงมือแสวงหาความรู้ นักเรียนได้แบ่งหน้าที่กันเพื่อสืบค้นข้อมูลมาอภิปรายหรือตอบคำถามในหัวข้อที่เลือกไว้ นักเรียนแต่ละคนจะได้ศึกษาความหมายของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาแบ่งปันให้เพื่อนสมาชิกคนอื่น ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ภาษาเพื่ออธิบายให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มเข้าใจมากขึ้น โดยมีครูทำหน้าที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการใช้ภาษาเพื่อถ่ายทอดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การอธิบายเพื่อขยายความคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ การเทียบเคียงเพื่อให้เห็นภาพชัดเจน หรือแม้แต่การใช้ภาษาทั่วไปที่ช่วยให้ผู้รับสารที่เป็นบุคคลทั่วไปเข้าใจได้ง่ายขึ้น

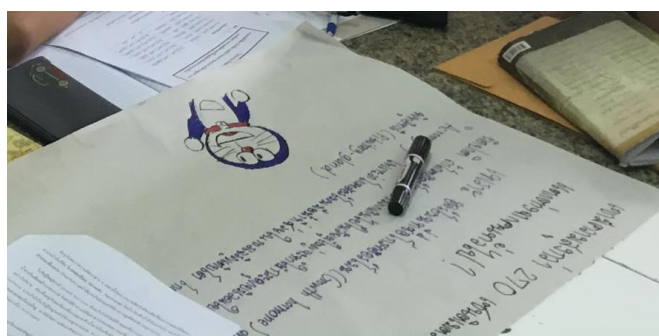
2. ในขั้นตอนที่ 5 ขั้นการนำเสนอรายงานกลุ่ม นักเรียนได้ฝึกการพูดเพื่อใช้ภาษาในการเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ได้สืบค้นมาให้เพื่อนในห้องเรียนเข้าใจ สังเกตได้ว่านักเรียนได้อธิบายความหมายของคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 เรื่องต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์ นักเรียนได้กล่าวถึงโรคคอพอก จากนั้นอธิบายลักษณะและสาเหตุของโรคคอพอกให้เพื่อนในห้องเข้าใจ หรือ นักเรียนได้ใช้การเทียบเคียงในการช่วยอธิบายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจยาก ตัวอย่างเช่น ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 เรื่องฮอร์โมนจากตับอ่อน ต่อมหมวกไต อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อเยื่ออื่น ๆ นักเรียนได้อธิบายการรักษาสมดุลของ

น้ำตาลในกระแสเลือดของฮอร์โมนจากตับอ่อนโดยเปรียบเทียบกับคาน หากน้ำตาลในเลือดสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้ตับอ่อนหลั่งฮอร์โมนออกมา เป็นต้น ซึ่งการใช้ภาษาของนักเรียนสอดคล้องกับกลวิธีการใช้ภาษาของ Hinko et al. (2014) ที่กล่าวว่า ภาษาทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างซับซ้อนและประกอบด้วยคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่อการศึกษาสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชน ดังนั้นผู้สื่อสารควรเลือกใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์หรือภาษาทั่วไปให้เหมาะสม และหากจำเป็นต้องใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ ผู้พูดอาจใช้การกลวิธีต่าง ๆ เช่น การเทียบเคียง การใช้ตัวอย่าง การอธิบาย และการใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการ

3. ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการประเมินผล นักเรียนและครูอภิปรายร่วมกันหลังการนำเสนอ โดยให้ข้อเสนอแนะนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอและเปิดโอกาสให้เพื่อนคนอื่นที่เป็นผู้ฟังสามารถถามเพื่อนที่นำเสนอในเนื้อหาที่ยังสงสัยได้ ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกันภายในห้องเรียนและได้รับข้อเสนอแนะจากทั้งเพื่อนและครูเพื่อนำไปปรับปรุงการพูดเพื่อนำเสนอในครั้งต่อไป ดังนั้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่กล่าวมาอาจช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านภาษาอยู่ในระดับดี

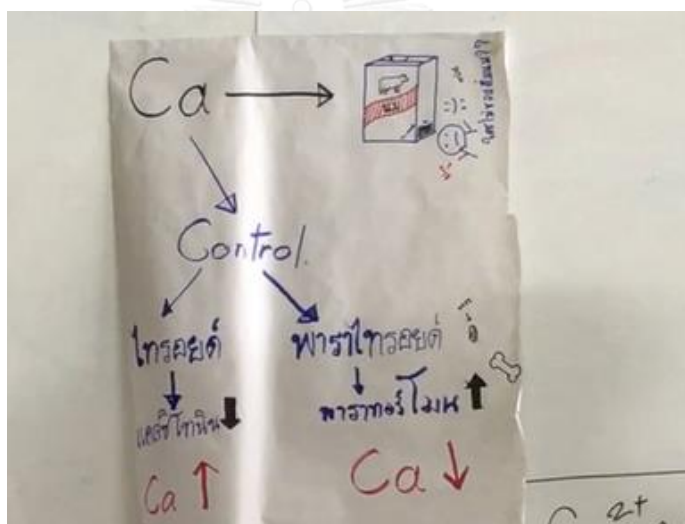
(4) *ด้านสิ่งแทนความ* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดในส่วนของสิ่งแทนความอยู่ในระดับดีนั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม นักเรียนได้ร่วมกันจัดทำสิ่งแทนความประกอบการบรรยายลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ซึ่งสิ่งแทนความนี้อาจเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือแผนผังเพื่อให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดและมีโอกาสเลือกใช้สิ่งแทนความ แต่เมื่อพิจารณาในการจัดการเรียนรู้ช่วงสัปดาห์ที่ 1 เรื่องต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมอง นักเรียนวาดภาพประกอบการบรรยายที่มีลักษณะไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เนื่องจากเนื้อหากล่าวถึงการทำงานของโกรทฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต แต่สิ่งแทนความที่นักเรียนใช้เป็นภาพการ์ตูนที่ไม่เกี่ยวข้องดังที่แสดงในแผนภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 ตัวอย่างสิ่งแทนความของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ช่วงแรก

จากนั้นในขั้นตอนที่ 6 ขั้นการประเมินผล ครูจึงให้คำแนะนำในการเลือกใช้สิ่งแทนความเพื่อช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น โดยสิ่งแทนความเรื่องฮอร์โมนอาจแสดงเป็นไดอะแกรมที่แสดงถึงหน้าที่ของโกรทฮอร์โมนต่ออวัยวะต่าง ๆ หลังจากการได้รับคำแนะนำในการเลือกใช้สิ่งแทนความพบว่า ในการจัดการเรียนรู้ช่วงสัปดาห์ที่ 2 เรื่องต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์ นักเรียนเลือกใช้สิ่งแทนความได้อย่างถูกต้องและสื่อความหมายให้ผู้ฟังเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น โดยสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกใช้ครั้งนี้มีลักษณะเป็นไดอะแกรมเพื่ออธิบายหน้าที่ของฮอร์โมนแคลซิโทนินและพาราไทรอยด์ฮอร์โมน ใช้สัญลักษณ์ Ca แทนแคลเซียม สัญลักษณ์  $\uparrow$  แทนการเพิ่มขึ้น และสัญลักษณ์  $\downarrow$  แทนการลดลง ช่วยทำให้นักเรียนอธิบายหน้าที่และการทำงานตรงกันข้ามกันของฮอร์โมนแคลซิโทนินและพาราไทรอยด์ฮอร์โมนได้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 10



แผนภาพที่ 10 ตัวอย่างสิ่งแทนความของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ช่วงหลัง

จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกเลือกใช้สิ่งแทนความประกอบการสื่อสารและการให้คำแนะนำ จากครูหรือเพื่อนสมาชิกในห้องเรียน สอดคล้องกับแนวทางการสร้างสิ่งแทนความของ Tytler, Prain, Hubber, and Waldrip (2013) ที่กล่าวว่า ครูจำเป็นต้องให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการสร้างสิ่งแทนความและอภิปรายหลักเกณฑ์ของสิ่งแทนความ ดังนี้ นักเรียนควรเข้าใจว่าสิ่งแทนความมีหลากหลายรูปแบบและเลือกใช้ให้เหมาะสม นักเรียนควรวิเคราะห์สิ่งแทนความที่ตนเองใช้ว่ามีความครอบคลุมและชัดเจนหรือไม่ นักเรียนและครูร่วมกันประเมินสิ่งแทนความที่ใช้ จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นอาจส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในส่วนของการใช้สิ่งแทนความได้ดียิ่งขึ้นและมีระดับความสามารถในองค์ประกอบด้านสิ่งแทนความอยู่ในระดับดี

## 1.2 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อพิจารณาแยกแต่ละองค์ประกอบพบว่า นักเรียนสามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหา บริบท และสิ่งแทนความอยู่ในระดับพอใช้ แต่ในส่วนของการใช้ภาษานั้นสามารถสื่อสารได้ในระดับดี ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ดังนี้

(1) *ด้านเนื้อหา* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนในส่วนของเนื้อหาอยู่ในระดับพอใช้นั้น เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาที่ผิดส่วนใหญ่มาจากแหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่านักเรียนใช้ข้อมูลที่สืบค้นได้จากแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด แต่นอกจากนี้ยังพบว่า ความผิดพลาดของเนื้อหาจากการสะกดคำผิด ในส่วนของการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือได้อภิปรายแล้วในด้านการพูด แต่ในส่วนของความผิดพลาดของเนื้อหาที่เกิดจากการสะกดคำผิดนี้เป็นส่วนที่น่าสนใจเนื่องจากเกิดขึ้นได้เฉพาะในการสื่อสารด้านการเขียน ตัวอย่างเช่น คำว่า *tail wagging dance* นักเรียนสะกดเป็น *tail wagging dance* ซึ่งข้อผิดพลาดในลักษณะนี้ปรากฏขึ้นในบทความวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลายคน อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนไม่ได้ตรวจสอบบทความของตนเองหลังเขียนเสร็จ แสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบความถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญในการเขียนงานทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะบทความที่มีคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนมาก นักเรียนควรอ่านบทความของตนเองและตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำต่าง ๆ สอดคล้องกับคำแนะนำในการเขียนบทความทางวิทยาศาสตร์ของ Matthews and Matthews (2014) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในงานเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนตีพิมพ์เป็นสิ่งสำคัญ ผู้เขียนควรอ่านบทความด้วยความละเอียดถี่ถ้วน อ่านแต่ละประโยคอย่างช้า ๆ และตรวจสอบทีละคำ เพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดหรือการสะกดคำผิด โดยเฉพาะตัวเลขในตาราง หากตรวจสอบบทความเพียงคนเดียวอาจเป็นไปได้ที่ยังพบข้อผิดพลาด ดังนั้นควรนำบทความไปให้คนอื่นช่วยอ่านและตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ข้อผิดพลาดที่พบหลังการตรวจสอบอาจเป็น แบบอักษร ลำดับของคำ เครื่องหมายวรรคตอน และตัวเลข เป็นต้น

2. ในขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนประเมินผล ครูได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอของนักเรียน แต่คำแนะนำส่วนใหญ่เป็นคำแนะนำสำหรับการสื่อสารด้านการพูด สำหรับการสื่อสารด้านการเขียน ครูให้คำแนะนำการปรับแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาลงในรายงานผลการศึกษาที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนส่งมา อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนไม่ได้นำ



คำแนะนำหลังจากการปรับแก้ไขจากครูไปแบ่งปันและอภิปรายกันในกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนในส่วนของเนื้อหาอยู่ในระดับพอใช้

(2) *ด้านบริบท* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนในส่วนของบริบทอยู่ในระดับพอใช้นั้น อาจมาจากเหตุผลเดียวกันกับด้านการพูด กล่าวคือ นักเรียนขาดความมั่นใจและความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึก ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากส่วนใหญ่ตัวอย่างที่นักเรียนยกมาในบทความด้านการเขียนเป็นตัวอย่างเดียวกับที่นักเรียนยกมาในด้านการพูด และถ้านักเรียนไม่ได้ยกตัวอย่างในด้านการพูดนักเรียนก็จะไม่ได้ยกตัวอย่างในด้านการเขียนด้วยเช่นเดียวกัน

(3) *ด้านสิ่งแทนความ* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนในส่วนของสิ่งแทนความอยู่ในระดับพอใช้นั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เมื่อพิจารณาจากลักษณะของบทความวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเขียนเพื่อเป็นผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้สิ่งแทนความเพียง 1 อย่างเพื่อประกอบการบรรยาย ซึ่งสิ่งแทนความที่นักเรียนเลือกมาเป็นตัวแทนที่ไม่ดีและไม่ช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ตัวอย่างเช่น ผลงานในหัวข้อ “ทำไมผึ้งต้องเต้นรำให้ผึ้งตัวอื่นดู” นักเรียนเลือกรูปภาพผึ้งกำลังตอมดอกไม้ ซึ่งไม่สอดคล้องและช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการพิจารณาเลือกสิ่งแทนความที่ดีในการประกอบบทความวิทยาศาสตร์ของตนเอง

2. ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม นักเรียนได้ร่วมกันจัดทำสิ่งแทนความประกอบการบรรยายลงในรายงานผลการศึกษาและกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นไปได้ว่านักเรียนอาจไม่ได้อภิปรายโดยให้ความสำคัญถึงการเลือกใช้สิ่งแทนความลงในรายงานผลการศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่มุ่งเป้าไปที่การเตรียมการนำเสนอรายงานหน้าชั้นเรียนมากกว่า สังเกตจากการทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจกับการนำเสนองาน โดยการนำแผนการนำเสนอมาปรึกษาครูอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ในการเลือกใช้สิ่งแทนความในรายงานผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้หลังจากที่นักเรียนนำรายงานที่ได้รับการตรวจแล้วกลับมาแบ่งปันและแก้ไขข้อผิดพลาดกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม อย่างไรก็ตามแม้ว่ามีการอภิปรายเพื่อปรับปรุงและแก้ไขงานในขั้นตอนนี้ แต่เป็นไปได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มุ่งความสนใจที่การเตรียมและการนำเสนอมากกว่าการแก้ไขข้อบกพร่องของงานตนเอง

(4) *ด้านภาษา* การที่นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนในส่วนของการใช้ภาษาอยู่ในระดับดีนั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นการเตรียมรายงานกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนต้องนำข้อมูลที่สืบค้นมาได้มาวิเคราะห์และเรียบเรียงสำหรับเตรียมนำเสนอ และจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการศึกษาเพื่อส่งครูท้ายคาบ จากกิจกรรมการเรียนรู้นี้ นักเรียนฝึกการใช้ภาษาในการเขียนบทความ โดยนักเรียนจำเป็นต้องนำความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันและเลือกว่าจะใช้ภาษาในลักษณะใดที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์นั้นได้

ทั้งนี้เมื่อพิจารณารายละเอียดการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า มีนักเรียน 1 คน ที่มีการพัฒนาระดับความสามารถด้านการพูดเพิ่มขึ้น 2 ระดับจากระดับพอใช้เป็นระดับดี สามารถอภิปรายได้ว่า นักเรียนมีทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารอยู่บ้างแล้ว เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่มีการสืบค้นข้อมูล มีการอภิปรายและนำเสนองาน รวมทั้งได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงการพูดจึงส่งผลให้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่นักเรียนอีก 1 คนมีระดับความสามารถที่ลดลง จากระดับดีเป็นระดับพอใช้ ซึ่งเป็นไปได้ว่านอกจากนักเรียนคนนี้จะมียุทธศาสตร์พื้นฐานที่ไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความสามารถด้านการพูดแล้ว อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนคุ้นเคยกับหัวข้อแรกมากกว่าจึงส่งผลให้คะแนนลดลงจากเดิม อย่างไรก็ตามคะแนนของนักเรียนลดลงมาเพียง 2 คะแนนและยังเป็นคะแนนสูงสุดของระดับพอใช้ ส่วนในด้านการสื่อสารด้านการเขียนพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดที่มีการพัฒนาระดับความสามารถเพิ่มขึ้น 2 ระดับหรือมีระดับความสามารถที่ลดลง

ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มอยู่ในระดับพอใช้ แต่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถทั้งด้านการพูดและการเขียน พบว่า นักเรียนสามารถทำได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน มีเพียงบางองค์ประกอบที่มีความแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ในส่วนของเนื้อหาด้านการเขียนสามารถเกิดความผิดพลาดจากการสะกดคำ ส่วนในด้านการพูดอาจเกิดความผิดพลาดจากธรรมชาติของการพูดที่ต่อเนื่อง สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ลักษณะผลงานการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งสองด้านมีความแตกต่างกัน โดยในด้านการพูดเป็นการบันทึกวิดิทัศน์ ส่วนในด้านการเขียนเป็นการเขียนบทความวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความแตกต่างของการพิจารณาเลือกใช้สิ่งแทนความประกอบการบรรยายและการเรียบเรียงของเนื้อหา

## 2. ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

### 2.1 การศึกษาความสามารถในการทำงานเป็นทีม

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดีเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 การที่นักเรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดีนั้น เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มแต่ละชั้นตอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีม นักเรียนได้แบ่งบทบาทหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคนและได้ร่วมมือกันวางแผนการดำเนินงานภายใต้เป้าหมายเดียวกันซึ่งตรงตามองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ที่ได้สืบค้นมาภายในกลุ่มย่อย ดังที่ ทิศนา แคมมณี (2537) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีม ครูจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้นักเรียนกระทำเพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยและสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างกัน ลักษณะกิจกรรมควรมีครูเป็นผู้อำนวยการควบคุม ในกิจกรรมมีขั้นตอนของการวิเคราะห์และอภิปรายกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการทำงาน กระบวนการสื่อสาร กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการตัดสินใจ เป็นต้น

2. เมื่อจัดการเรียนรู้ผ่านไป 2 สัปดาห์นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการทำงานร่วมกัน สนุกสนมกันมากขึ้น รวมทั้งเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองมากขึ้นทำให้กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ช่วยเหลือกันวางแผน และทำงานร่วมกันเพื่อให้งานบรรลุตามเป้าหมาย ดังที่ Tarricone and Luca (2002) ได้กล่าวว่าการทำงานเป็นทีมจะมีประสิทธิภาพได้สมาชิกในทีมต้องอภิปรายกันได้อย่างสะดวกใจ เชื่อใจกัน กล้าที่จะให้คำแนะนำกันและกัน สอดคล้องกับงานวิจัย Mitchell, Montgomery, Holder, and Stuart (2008) ที่กล่าวว่า ประสบการณ์จากการฝึกฝนและทำงานร่วมกันซ้ำ ๆ ในการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม โดยการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพนั้น สมาชิกในทีมต้องมีเป้าหมายในการสืบค้นที่ชัดเจน และการยอมรับนับถือและเข้าใจกันก็เป็นองค์ประกอบสำคัญที่นักเรียนในการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ เพราะส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศในการทำงานที่ดี หากนักเรียนขาดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ขาดการรับฟังและเคารพกันและกัน ก็จะส่งผลให้งานนั้นไม่ประสบความสำเร็จ จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มส่งผลให้ความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนอยู่ในระดับดี

3. นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะทางสังคมต่าง ๆ เช่น ความเป็นผู้นำ การรู้จักบทบาทหน้าที่ การให้ความร่วมมือในการทำงาน การสื่อสาร และความรับผิดชอบต่อส่วนร่วม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง

ขององค์ประกอบสำคัญของการทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2556) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่นซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิต การที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันช่วยเสริมสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน แสดงให้เห็นว่าปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abordo and Gaikwad (2005) ที่สรุปไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมภายใต้จุดมุ่งหมายเดียวกัน ซึ่งช่วยพัฒนาความเป็นผู้นำและทักษะทางสังคมในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มส่งผลให้ความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนอยู่ในระดับดี

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถขั้นสูงเพราะนอกจากนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานทางภาษาทั้งเรื่องไวยากรณ์และโครงสร้างประโยคดีแล้ว นักเรียนจำเป็นต้องมีความแม่นยำและเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ลึกซึ้งอีกด้วย ดังนั้นครูควรคำนึงระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและความสามารถ

2. การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งซึ่งการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตจะช่วยทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาประมวลและอภิปรายร่วมกันเพื่อนำมาพูดหรือเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงการใช้อินเทอร์เน็ตได้ ครูควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น หนังสือ วีดิทัศน์ หรือบทความต่าง ๆ ไว้ให้นักเรียนทำกิจกรรมสืบค้น

3. เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ไปเชื่อมโยงกับเรื่องราวใกล้ตัวหรือสถานการณ์ที่พบเห็นได้จริง ซึ่งช่วยฝึกฝนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านบริบท ครูควรแนะนำและส่งเสริมให้นักเรียนนำเสนอรายงานกลุ่มด้วยวิธีการอื่นนอกเหนือจากการออกมาบรรยายหน้าชั้นเรียน ตัวอย่างเช่น การแสดงบทบาทสมมติ การแสดงสถานการณ์จำลอง

4. การทำงานเป็นทีมนั้น นักเรียนมีการแบ่งบทบาทและมีหน้าที่ตามบทบาทที่ได้รับต่าง ๆ กัน เช่น หัวหน้า รองหัวหน้า เลขานุการ เป็นต้น การจัดทำป้ายที่ระบุบทบาทหน้าที่และหมายเลขกลุ่มให้นักเรียนติดที่เสื้อ จะช่วยทำให้นักเรียนจดจำบทบาทและปฏิบัติหน้าที่ได้ถูกต้องตามบทบาทที่

ได้รับ รวมทั้งทำให้ครูสามารถสังเกตและให้คำแนะนำการทำหน้าที่ของนักเรียนในทีมได้ถูกต้อง นอกจากนี้ในคาบเรียนแรก ๆ ครูควรนำนักเรียนทบทวนบทบาทและหน้าที่ของตนเองเพื่อช่วยให้งานเป็นทีมมีประสิทธิภาพเร็วยิ่งขึ้น

5. ในช่วงแรกของการทำงานเป็นทีมที่มีการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ นักเรียนอาจยังไม่คุ้นเคยในการทำงานร่วมกัน ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนสนิทสนมและสะดวกใจในการทำงานร่วมกัน โดยกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในทีมหรือรับผิดชอบบทบาทของตนเองให้เต็มที่เพื่อส่งเสริมบรรยากาศการทำงานเป็นทีมที่ดีและพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ผู้ที่สนใจควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มที่ไปพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีความสนใจในการสืบค้นข้อมูลเป็นอย่างดี นักเรียนบางคนแสดงความคิดเห็นทำกิจกรรมว่า ชอบกิจกรรมในลักษณะนี้เพราะเปิดโอกาสให้ได้คุยกับเพื่อน ไม่น่าเบื่อเหมือนการเรียนแบบทั่วไป จึงอาจเป็นไปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มช่วยส่งเสริมเจตคติที่ดีได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Oh and Shin (2005) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบนี้มีเจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ (Positive attitude toward science) ที่สูงขึ้น

2. เนื่องจากความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นการบอกเล่าเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ผ่านการพูดและการเขียนให้แก่สาธารณชน ซึ่งอาจเป็นผู้ที่ไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้เข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรมีการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนโดยให้โอกาสนักเรียนในการฝึกฝนการพูดและการเขียนเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ในพื้นที่สาธารณะ หรือเรียนรู้และฝึกฝนจากกิจกรรมนอกห้องเรียน

## รายการอ้างอิง

- Abordo, I., & Gaikwad, S. (2005). *Group investigation: How does it work*. Paper presented at the International Forum.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1994). *Science for all americans: Project 2061*: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2015). *Communicating Science: Tools for Scientists and Engineers*. Retrieved 5 July, 2015, from <http://www.aaas.org/pes/communicatingscience>
- Avargil, S., Herscovitz, O., & Dori, Y. J. (2012). Teaching thinking skills in context-based learning: Teachers' challenges and assessment knowledge. *Journal of Science Education and Technology, 21*(2), 207-225.
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2013). An instrument for assessing scientists' written skills in public communication of science. *Science Communication, 35*(1), 56-85.
- Baram-Tsabari, A., & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(2), 135-144.
- Bowater, L., & Yeoman, K. (2012). *Science communication: a practical guide for scientists*. CHULALONGKORN UNIVERSITY
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public understanding of science, 12*(2), 183-202.
- Christensen, L. L. (2007). *The hands-on guide for science communicators: a step-by-step approach to public outreach*.
- Collette, A. T., & Thurber, W. A. (1973). *Science teaching in the secondary school: A guide for modernizing instruction*: Allyn and Bacon.
- Crebert, G. e. a. (2011). *Teamwork Skills Toolkit*. Retrieved 31 October, 2015, from [https://www.griffith.edu.au/data/assets/pdf\\_file/0008/290870/Teamwork-skills.pdf](https://www.griffith.edu.au/data/assets/pdf_file/0008/290870/Teamwork-skills.pdf)

- Dawson, E. (2013). What is science communication? . Retrieved 5 July, 2015, from [www.catalyststudent.org.uk/cs/article/329](http://www.catalyststudent.org.uk/cs/article/329)
- Dewey, J. (2004). Democracy and education.
- Dickinson, T. L., & McIntyre, R. M. (1997). A conceptual framework for teamwork measurement. *Team performance assessment and measurement*, 19-43.
- Drieman, G. H. (1962). Differences between written and spoken language: An exploratory study. *Acta Psychologica*, 20, 78-100.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science.
- Eisenstein, M. (2014). Public health: An injection of trust. *Nature*, 507(7490), S17-S19.
- Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*, 8-33.
- Garner, H. G. (1995). *Teamwork models and experience in education*: Allyn and Bacon.
- Gerbner, G. (1966). On defining communication: Still another view. *Journal of Communication*, 16(2), 99-103.
- Goldina, A., & Weeks, O. I. (2014). Science café course: an innovative means of improving communication skills of undergraduate biology majors. *Journal of microbiology & biology education*, 15(1), 13.
- Gupta, M. L. (2004). Enhancing student performance through cooperative learning in physical sciences. *Assessment & evaluation in higher education*, 29(1), 63-73.
- Hassard, J., & Dias, M. (2013). The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle school and high school.
- Hinko, K., Seneca, J., & Finkelstein, N. (2014). Use of Scientific Language by University Physics Students Communicating to the Public. *PERC Proceedings*.
- Huhtala, J. (1994). Group Investigation: Structuring an Inquiry-Based Curriculum.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). Cooperation and competition: Theory and research.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67-73.
- Kahan, D. (2010). Fixing the communications failure. *Nature*, 463(7279), 296-297.

- King, D., & Ritchie, S. M. (2012). Learning science through real-world contexts *Second international handbook of science education* (pp. 69-79): Springer.
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Students explaining science—assessment of science communication competence. *Research in Science Education, 43*(6), 2235-2256.
- Lasswell, H. D. (1948). The structure and function of communication in society. *The communication of ideas, 37*, 215-228.
- Lingard, R. W. (2010). Teaching and assessing teamwork skills in engineering and computer science. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, 8*(1), 34-37.
- Loughry, M. L., Ohland, M. W., & Moore, D. D. (2007). Development of a theory-based assessment of team member effectiveness. *Educational and Psychological Measurement, 67*(3), 505-524.
- Malmfors, B., Garnsworthy, P., & Grossman, M. (2003). Writing and presenting scientific papers.
- Matthews, J. R., & Matthews, R. W. (2014). *Successful scientific writing: a step-by-step guide for the biological and medical sciences*: Cambridge University Press.
- McQuail, D. (1994). *Mass communication*: Wiley Online Library.
- Mitchell, M. G., Montgomery, H., Holder, M., & Stuart, D. (2008). Group investigation as a cooperative learning strategy: An integrated analysis of the literature. *Alberta Journal of Educational Research, 54*(4), 388.
- Nelkin, D. (1995). *Selling science—How the press cover science and technology*: WH Freeman and Company New York.
- Nolan, V. (1989). *Teamwork*: The synetic Co.
- Oh, P. S., & Shin, M.-K. (2005). Students' reflections on implementation of group investigation in Korean secondary science classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education, 3*(2), 327-349.
- P21. (2015). Framework for 21st Century Learning. Retrieved 5 July, 2015, from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Plucker, J. A., Endowed, R. N., Kennedy, C., & Dilley, A. (2015). What we know about collaboration. Retrieved 1 November, 2015, from <http://www.p21.org/storage/>



documents/docs/Research/P21\_4Cs\_Research\_Brief\_Series\_-\_Collaboration.pdf

- Seifert, K., Fenster, A., Dilts, J. A., & Temple, L. (2009). An investigative, cooperative learning approach to the general microbiology laboratory. *CBE-Life Sciences Education*, 8(2), 147-153.
- Sharan, Y., & Sharan, S. (1990). Group investigation expands cooperative learning. *Educational leadership*, 47(4), 17-21.
- Sharan, Y., & Sharan, S. (1992). Expanding Cooperative Learning through Group Investigation.
- Skolnick, R. (2009). *Case Study Teaching in High School Biology: Effects on Academic Achievement, Problem Solving Skills, Team Work Skills, and Science Attitudes.*, Dissertation Abstracts International.
- Southern Cross University. (2013). Teamwork Guide. Retrieved 31 October, 2015, from [http://scu.edu.au/teachinglearning/download.php?doc\\_id=12945andsite\\_id=301andfile\\_ext=.pdf](http://scu.edu.au/teachinglearning/download.php?doc_id=12945andsite_id=301andfile_ext=.pdf).
- Tarricone, P., & Luca, J. (2002). Successful teamwork: A case study.
- Treise, D., & Weigold, M. F. (2002). Advancing Science Communication A Survey of Science Communicators. *Science Communication*, 23(3), 310-322.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (2013). *Constructing representations to learn in science*: Springer Science & Business Media.
- UNESCO. (2012). Science communication: an essential component of development strategies. Retrieved 20 July, 2015, from [http://www.unesco.org/new/en/unesco-courier/single-view/news/science\\_communication\\_and\\_responsibility](http://www.unesco.org/new/en/unesco-courier/single-view/news/science_communication_and_responsibility)
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S., & Boshuizen, H. P. (2009). How students evaluate information and sources when searching the World Wide Web for information. *Computers & education*, 52(1), 234-246.
- Wang, L., MacCann, C., Zhuang, X., Liu, O. L., & Roberts, R. D. (2009). Assessing teamwork and collaboration in high school students A multimethod Approach. *Canadian Journal of School Psychology*, 24(2), 108-124.

- Welch-Ross, M. K., & Fasig, L. G. (2007). Handbook on communicating and disseminating behavioral science.
- Wilbur, S. L. (1973). *Men, Messages, and media;: A looking at human communication*. (Revised edition ed.). New york: Harper and Row.
- Wilson, A. (1998). Handbook of science communication.
- Yasemin, K., DOYMUP, K., Karaçöp, A., & BÝMPEK, Ü. (2010). The effects of two cooperative learning strategies on the teaching and learning of the topics of chemical kinetics. *Journal of Turkish science education*, 7(2).
- Zingaro, D. (2008). Group investigation: Theory and practice. *Journal of Ontario Institute for Studies in Education, Toronto, Ontario, July 2008*.
- เรขา อรัญวงศ์. (2540). รูปแบบการสอน (Models of teaching). กำแพงเพชร: สถาบันราชภัฏ กำแพงเพชรพบลีเคชั่น.
- กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- กองวิจัยการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย ด้านทักษะการสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.
- กองวิจัยการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). การวิจัยและพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัย ทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กอบกาญจน์ วงศ์วิสิทธิ์. (2551). ทักษะภาษาเพื่อการสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- กาญจนา ไชยพันธุ์. (2549). กระบวนการกลุ่ม. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. (2541). ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร: ดอกหญ้า.
- คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. (2551). ภาษากับการสื่อสาร (Language and Communication). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- ทีศนา แคมมณี. (2537). กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานเป็นทีมและการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทีศนา แคมมณี. (2556ก). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทศนา แคมมณี. (2556ข). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: บริษัทแอกทีฟ พรินท์ จำกัด.
- นงคราญ จิตรจง. (2550). ทักษะการจัดการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะศึกษาศาสตร์
- นฤมล หน่อนิล. (2554). ผลของการใช้โปรแกรมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- นาดยา ปิลาธนนานนท์. (2543). การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพมหานคร: แม็ค.
- ประมะ สตะเวทิน. (2539). การสื่อสารมวลชน กระบวนการ และทฤษฎี. กรุงเทพมหานคร: หจก. ภาพพิมพ์.
- ปริญดา เลิศศรีมงคล. (2555). ผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- ปาริชาติ ราชแก้ว. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะศึกษาศาสตร์.
- ผ่องพรรณ ลวนานนท์. (2547). การสื่อสารในสารนิเทศ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2556). ทักษะ 5C (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชันส์.
- ราตรี พัฒนรังสรรค์. (2544). พฤติกรรมกับการพัฒนาตน. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- วรารณณ์ ตระกูลสถิตย์. (2549). การทำงานเป็นทีม. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร (Science and Communication). กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอพริล เรน พรินต์ติ้ง จำกัด.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภรัศมี ฐิติกุลเจริญ. (2540). ทฤษฎีการสื่อสาร (Communication Theory). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สรุปการสัมมนาวิชาการเรื่อง หลักสูตรการสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication) เพื่อเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติ. (2542). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2551). บทบาทนักวิจัย สวทช.ต่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชน. ค้นเมื่อ 5 ก.ค. 2558, จาก <http://www.nstda.or.th/sci2pub/thaismc/activity/2008-feb-2.pdf>
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2552). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกระดับขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2549-2553. ค้นเมื่อ 1 พ.ย. 2558, จาก <http://www.onesqa.or.th/>
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555). คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และ จินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2556). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...สู่ประชาคมอาเซียน. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.
- อภิวรรณ แก้วภูสี. (2556). ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะศึกษาศาสตร์



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

อาจารย์ ดร. สิทธิพร ภัทรดิลकर्ตัน	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
อาจารย์ พัชรี อานุกาพ	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงแข สิทธิเจริญชัย	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. นำชัย ชีววิวรรณ	รองผู้อำนวยการฝ่ายสื่อวิทยาศาสตร์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
อาจารย์ ดร. ปรีณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม

อาจารย์ ดร. ชาริณี ตรีวัธญญ	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร. ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ	ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดิเรก หุ่นสุวรรณ	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์

## ภาคผนวก ข

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
  - 1.1 แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ฉบับประเมินโดยผู้วิจัย (ผู้สอน)
  - 1.2 แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ฉบับประเมินโดยบุคคลทั่วไป
2. การประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม ประกอบด้วย
  - 2.1 แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับนักเรียน (ประเมินตนเอง)
  - 2.2 แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับนักเรียน (ประเมินเพื่อนสมาชิก)
  - 2.3 แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับครูประเมินนักเรียน



**แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ฉบับประเมินโดยผู้วิจัย (ครูผู้สอน)**

**คำชี้แจง:** แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียน มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกโดยแบ่งเป็น 4 รายการ ได้แก่ เนื้อหา บริบท ภาษา และสิ่งแทนความ แต่รายการมีระดับคะแนน 3 ระดับ ที่บ่งชี้ถึงระดับความสามารถดังนี้  
ช่วงคะแนนและระดับความถูกต้องขององค์ประกอบด้านเนื้อหาคะแนนเต็ม 12 คะแนน

ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน
ดี	10-12
พอใช้	7-9
ควรปรับปรุง	0-6

ช่วงคะแนนและระดับความสามารถขององค์ประกอบด้านบริบท ภาษา และสิ่งแทนความ คะแนนเต็ม 6 คะแนน

ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน
ดี	5.00-6.00
พอใช้	3.61-4.99
ควรปรับปรุง	0.00-3.60

ช่วงคะแนนและระดับความสามารถของความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน
ดี	25.00-30.00
พอใช้	18.00-24.99
ควรปรับปรุง	0.00-17.99

ชื่อ-นามสกุล \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_  
 นักเรียนที่เป็นผู้สื่อสารวิทยาศาสตร์ \_\_\_\_\_  
 ประเมินครั้งที่ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้าน  การพูด  การเขียน

**เกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์**

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์			คะแนน	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)		
1. เนื้อหาเชิงข้อเท็จจริง	<p>สื่อสารเนื้อหาสำคัญได้ถูกต้องทั้งหมด</p> <p>สื่อสารเนื้อหาสำคัญได้ครบถ้วนทุกประเด็น</p> <p>เรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างเป็นลำดับ</p>	<p>สื่อสารเนื้อหาได้ถูกต้องทั้งหมด</p> <p>สื่อสารเนื้อหาได้เกือบครบคลุมเกือบทุกประเด็นสำคัญ แต่ยังมีบางประเด็นที่ขาดไป</p> <p>เรียบเรียงเนื้อหาได้ค่อนข้างเป็นลำดับ ยังมีการสลับเนื้อหาบางส่วน</p> <p>สื่อสารเนื้อหาให้เกิดความน่าสนใจแก่ผู้รับสาร</p>	<p>สื่อสารเนื้อหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องมากกว่าครึ่งหนึ่งของเนื้อหาทั้งหมด</p> <p>สื่อสารเนื้อหาสำคัญเพียงบางประเด็น เนื้อหามากกว่าครึ่งหนึ่งไม่เกี่ยวข้อง</p> <p>เรียบเรียงเนื้อหาไม่เป็นลำดับ</p>		

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์			คะแนน	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)		
2. บริบท	มีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน	มีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน แต่ตัวอย่างที่ยกมายังอธิบายไม่ได้ตรงประเด็นกับเนื้อหา	ไม่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน		
	ตัวอย่างที่นำเสนอช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	ตัวอย่างที่นำเสนอช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง	ตัวอย่างที่นำเสนอไม่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น		
3. ภาษา	เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (technical term) หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อสื่อสารได้อย่างเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่มาก	เลือกใช้คำศัพท์เฉพาะ (technical term) หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อสื่อสารได้อย่างเหมาะสมบางครั้ง	ไม่มีการเลือกาคำศัพท์เฉพาะ (technical term) หรือคำศัพท์ทั่วไปเพื่อสื่อสารให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น		
	มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะหรือใช้คำเปรียบเทียบกับเพื่อให้เข้าใจง่ายครั้ง	มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะหรือใช้คำเปรียบเทียบกับเพื่อให้เข้าใจง่ายบางครั้ง	ไม่มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะหรือใช้คำเปรียบเทียบกับเพื่อให้เข้าใจง่าย		

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์			คะแนน	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)		
4. สิ่งแทน ความ	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหว ประกอบการสื่อสารที่ถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหาบางส่วน	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหา		
	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารส่วนใหญ่ว่าเลือกมาช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น	เลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหว ประกอบการสื่อสารบางอย่างที่เลือกมาช่วยทำให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น	ไม่มีเลือกใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบการสื่อสารที่ช่วยให้ผู้รับสารเข้าใจง่ายขึ้น		
<b>คะแนนรวม</b>					

ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำเพิ่มเติม

---



---

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ (ผู้ประเมิน)

### แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ฉบับประเมินโดยบุคคลทั่วไป

ชื่อ-นามสกุล นักเรียนที่เป็นผู้สื่อสารวิทยาศาสตร์ \_\_\_\_\_

ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_ ประเมินครั้งที่ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

ระบุเครื่องหมาย ✓ ใน  ที่ท่านต้องการเลือก

ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้าน  การพูด  การเขียน

ข้อมูลของผู้ประเมิน  เพื่อน  รุ่นน้องหรือรุ่นพี่ระดับชั้น.....

ผู้ปกครอง  ครูที่ไม่ใช่ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ท่านได้ฟังหรืออ่าน

- 1. เพราะเหตุใดจึงต้องแลบลิ้นขึ้นไปในอากาศ
- 2. ยาฆ่าแมลงออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของเราอย่างไร
- 3. สายตาสั้นและสายตายาวเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 4. โครงสร้างร่างกายของนกช่วยเอื้อประโยชน์ในการบินได้อย่างไร

ตอนที่ 1 ประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้พูดหรือผู้เขียน

ข้อความ	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ผู้พูดหรือผู้เขียนถ่ายทอดเนื้อหาได้อย่างน่าสนใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเข้าใจง่าย ไม่ทำให้สับสน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. มีการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหากับเรื่องราวในชีวิตประจำวัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ข้อคำถาม	มาก	ปานกลาง	น้อย
4. ตัวอย่างที่ยกมาประกอบช่วยให้เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ผู้พูดหรือผู้เขียนใช้ภาษาที่ทำให้เข้าใจข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. มีการขยายความคำศัพท์เฉพาะหรือใช้คำเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือภาพเคลื่อนไหวที่นำมาประกอบการสื่อสารสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ แผนผัง หรือภาพเคลื่อนไหวที่นำมาประกอบการสื่อสารช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ตอนที่ 2 ประเมินความเข้าใจของเนื้อหา

\*เลือกตอบเฉพาะหัวข้อในการสื่อสารที่ท่านได้รับฟังหรืออ่าน

1. เพราะเหตุใดถึงต้องแลบลิ้นขึ้นไปในอากาศ

- ตมกลืน                       รับความร้อน                       ผลិតสารพิษ

2. ยาฆ่าแมลงออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของเราอย่างไร

- ส่งผลต่อกระแสประสาท                       ส่งผลเกี่ยวข้องกับสารสื่อประสาท

ส่งผลต่อสมอง

3. คนที่สายตาสั้น แสงจะตกกระทบที่บริเวณใด

- ก่อนเรตินา                       บริเวณเรตินา                       หลังเรตินา

4. โครงสร้างใดในร่างกายของนกที่ไม่ได้เอื้อประโยชน์ในการบิน

- ขน                       กระดูก                       จะงอยปาก

ท่านมีข้อคิดเห็นอย่างไรกับการนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

---



---



---



---

ลงชื่อ \_\_\_\_\_ (ผู้ประเมิน)

### แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับนักเรียน (นักเรียนประเมินตนเอง)

#### คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale)
2. ให้นักเรียนอ่านรายการประเมินให้ชัดเจนและใช้ปากกาน้ำเงินทำเครื่องหมาย  ล้อมรอบเลขระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของแต่ละรายการเพื่อประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของตนเอง
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้นและเลขที่ให้ชัดเจน และกรุณาตรวจสอบให้ถูกต้องก่อนทำแบบประเมิน

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

เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ					เกณฑ์การประเมินในระดับ 5
ฉันไม่ได้เสนอความคิดเห็นใด ๆ ในระหว่างการทำงานเป็นทีม	1	2	3	4	5	ฉันเสนอความคิดเห็นในระหว่างการทำงานอยู่เสมอ
ฉันมักมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือดำเนินงานต่าง ๆ เป็นลำดับสุดท้าย	1	2	3	4	5	ฉันเริ่มนำอภิปรายหรือลงมือดำเนินงานต่าง ๆ เป็นลำดับแรกเสมอ
ฉันไม่ได้ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	1	2	3	4	5	ฉันปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายอยู่เสมอ
ฉันมักไม่เข้าร่วมในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีม	1	2	3	4	5	ฉันมีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีมอยู่เสมอ
ฉันไม่ได้ปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกัน ซึ่งมีบางครั้งที่ฉันทำงานนอกเหนือจากเป้าหมายของทีม	1	2	3	4	5	ฉันปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกันตลอดการทำงาน



เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ					เกณฑ์การประเมินในระดับ 5
ฉันไม่รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกคนอื่น	1	2	3	4	5	ฉันรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกคนอื่นทุกครั้งและอภิปรายร่วมกันโดยไม่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง
ฉันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ไม่ครบ	1	2	3	4	5	ฉันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกงาน
ฉันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ไม่ถูกต้อง	1	2	3	4	5	ฉันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ถูกต้องทุกงาน
ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเกินเวลาที่กำหนดเสมอ	1	2	3	4	5	ฉันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ตามเวลาที่กำหนดเสมอ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

### แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับนักเรียน (นักเรียนประเมินเพื่อนสมาชิก)

#### คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating scale)
2. ให้นักเรียนอ่านรายการประเมินให้ชัดเจนและใช้ปากกาน้ำเงินทำเครื่องหมาย  ล้อมรอบเลขระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของแต่ละรายการเพื่อประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของเพื่อนสมาชิก
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้นและเลขที่ของเพื่อนสมาชิกที่นักเรียนประเมินให้ชัดเจน และกรุณาตรวจสอบให้ถูกต้องก่อนทำแบบประเมิน

ชื่อเพื่อนสมาชิก.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....หน้าที่.....

เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ					เกณฑ์การประเมินในระดับ 5
ไม่เสนอความคิดเห็น ใดๆ ในระหว่างการทำงานเป็นทีม	1	2	3	4	5	เสนอความคิดเห็นในระหว่างการทำงานอยู่เสมอ
มีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือดำเนินงานต่าง ใดๆ เป็นลำดับสุดท้ายเสมอ	1	2	3	4	5	เริ่มนำการอภิปรายหรือลงมือดำเนินงานต่าง ใดๆ เป็นลำดับแรกเสมอ
ไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	1	2	3	4	5	ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายอยู่เสมอ
ไม่ให้ความร่วมมือในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีม	1	2	3	4	5	ร่วมวางแผนและดำเนินงานภายในทีมอยู่เสมอ
ไม่ปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกัน โดยทำงานนอกเหนือจากเป้าหมายของทีม	1	2	3	4	5	ปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกันตลอดการทำงาน

เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ					เกณฑ์การประเมินในระดับ 5
ไม่รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง ของสมาชิกคนอื่น	1	2	3	4	5	รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง ของสมาชิกคนอื่นทุกครั้งและ อภิปรายร่วมกันโดยไม่ ก่อให้เกิดความขัดแย้ง
ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ ไม่ครบถ้วน	1	2	3	4	5	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ครบทุกงาน
ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้ ไม่ถูกต้อง	1	2	3	4	5	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ถูกต้องทุกงาน
ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย เกินเวลาที่กำหนดเสมอ	1	2	3	4	5	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ตามเวลาที่กำหนดเสมอ

## ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมฉบับครูประเมินนักเรียนรายกลุ่ม

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตราส่วนค่า (Rating scale)
2. ใช้ปากกานำเงินทำเครื่องหมาย  ถ้อยรอบเลขระดับความสามารถในการทำงานเป็นทีมของแต่ละรายการเพื่อประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนรายกลุ่ม
3. ผู้ประเมินสามารถให้คำแนะนำเพิ่มเติมในแต่ละรายการได้ในช่องหมายเหตุ
4. กรอกรายชื่อผู้ประเมิน

ข้อมูลผู้ประเมิน (ครูผู้สอน)

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ข้อมูลทีมที่รับการประเมิน

ทีมที่.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่...../...../.....

หัวข้อที่ศึกษา.....

เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ	เกณฑ์การประเมินในระดับ 5	หมายเหตุ
หัวหน้าทีมไม่ได้ชักชวนให้เพื่อนสมาชิกร่วมแสดงความคิดเห็นหรือดำเนินงานอื่น ๆ เลย	1 2 3 4 5	หัวหน้าทีมชักชวนให้เพื่อนสมาชิกร่วมแสดงความคิดเห็นหรือดำเนินงานอื่น ๆ อยู่เสมอ	
สมาชิกบางคนไม่เคยเริ่มการอภิปรายหรือดำเนินงานต่าง ๆ ก่อน	1 2 3 4 5	สมาชิกคนอื่นผลัดกันเปลี่ยนกันเริ่มการอภิปรายหรือดำเนินงานต่าง ๆ	
สมาชิกแต่ละคนไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	1 2 3 4 5	สมาชิกแต่ละคนปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายทุกคน	
สมาชิกบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการวางแผนงานและดำเนินงานภายในทีม	1 2 3 4 5	สมาชิกแต่ละคนมีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินงานภายในทีมอยู่เสมอ	
สมาชิกบางคนไม่ปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกัน	1 2 3 4 5	สมาชิกแต่ละคนปฏิบัติตามเป้าหมายของทีมที่ได้วางไว้ร่วมกัน	
โดยทำงานนอกเหนือจากเป้าหมายของทีม		ตลอดการทำงาน	

เกณฑ์การประเมินในระดับ 1	ระดับ	เกณฑ์การประเมินในระดับ 5	หมายเหตุ
สมาชิกแต่ละคนไม่รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง	1 2 3 4 5	มีการรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง	
คิดเห็นที่แตกต่างทำให้เกิดความขัดแย้ง		ของสมาชิกคนอื่นและอภิปรายร่วมกันโดยไม่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง	
ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายได้ไม่ครบถ้วน	1 2 3 4 5	ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายได้ครบทุกงาน	
ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายได้ไม่ถูกต้อง	1 2 3 4 5	ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายได้ถูกต้องทุกงาน	
ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายเกินเวลาที่กำหนดเสมอ	1 2 3 4 5	ทีมปฏิบัติงานที่รับมอบหมายได้ตามเวลาที่กำหนดเสมอ	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง  
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้  
แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

### เรื่อง ต่อมไฟเนียลและต่อมใต้สมอง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว30244 วิชา ชีววิทยา 4

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ เวลา 150 นาที

นายธนกร อรรถนาวัฒน์ (ผู้สอน)

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

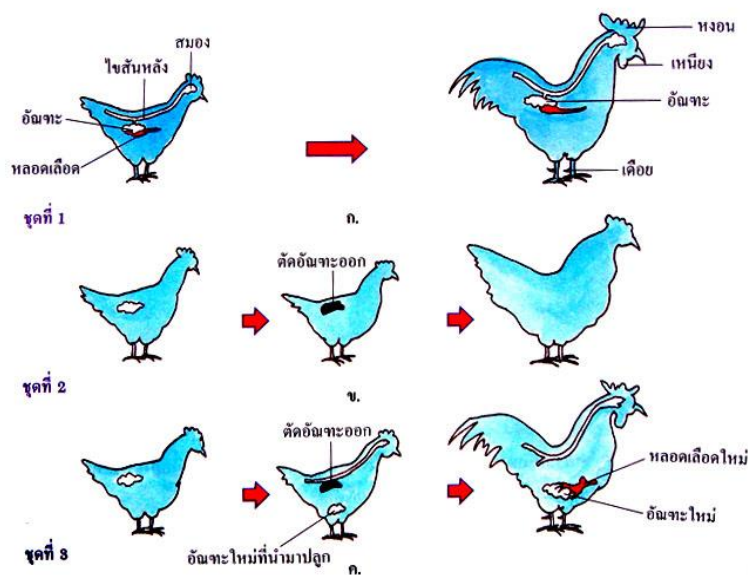
1. บอกความหมายของฮอร์โมน ต่อมไร้ท่อ และต่อมมีท่อได้
2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมไร้ท่อกับต่อมมีท่อได้
3. จำแนกชนิดของฮอร์โมนและระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้
4. ระบุตำแหน่งของต่อมไฟเนียลและต่อมใต้สมองได้
5. นำเสนอชนิดและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สร้างหรือหลังจากต่อมไฟเนียลและต่อมใต้สมองผ่านการพูดและเขียนได้
6. ปฏิบัติหน้าที่ของการทำงานเป็นทีมตามบทบาทที่ได้รับมอบหมาย

### สาระการเรียนรู้

#### ต่อมไฟเนียลและต่อมใต้สมอง

ปี พ.ศ. 2391 นักสรีรวิทยาชาวเยอรมันชื่อ อาร์โนล เอ เบอร์โธลด์ (Arnold A. Berthold) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของลูกไก่เพศผู้ไปเป็นไก่เพศผู้ที่โตเต็มวัย โดยจัดการทดลองเป็น 3 ชุด คือ ชุดที่ 1 ให้ลูกไก่เจริญตามปกติ ชุดที่ 2 เขาตัดอวัยวะของลูกไก่ออก แล้วสังเกตลักษณะของลูกไก่จนเจริญเป็นไก่ที่โตเต็มวัย พบว่าเมื่อโตเต็มวัยไก่ตัวนี้จะมีลักษณะคล้ายไก่เพศเมีย คือ มีหงอนเล็ก เหนียงสั้น ขนหางสั้น และมีนิสัยไม่ค่อยต่อสู้กับไก่ตัวอื่น ๆ ชุดที่ 3 เบอร์โธลด์ตัดอวัยวะของลูกไก่ออก จากนั้นนำอวัยวะของลูกไก่อีกตัวหนึ่งมาปลูกถ่ายลงในบริเวณช่องท้องตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าตำแหน่งอวัยวะเดิม จากการตรวจสอบพบว่าอวัยวะใหม่มีหลอดเลือดมาเลี้ยง และสามารถทำงานได้ เมื่อติดตามสังเกตลักษณะของลูกไก่จนโตเป็นไก่ที่โตเต็มวัยปรากฏว่าไก่ตัวนี้จะมีลักษณะของไก่เพศผู้ที่โตเต็มวัยปกติทั่ว ๆ ไป คือ มีหงอนใหญ่ เหนียงยาว ขนหางยาว และมีนิสัยรักการต่อสู้ ปราดเปรี้ยว





**ภาพที่ 1** การทดลองสร้างในไก่เพศผู้ของอาร์โนล เอ เบอร์โทลด์  
(อ้างอิง หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

จากนั้นต่อมาพบว่าสารเคมีที่เกี่ยวข้องในการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โทลด์คือฮอร์โมน (Hormone) ซึ่งหมายถึง สารเคมีที่ถูกสร้างและหลังไปในกระแสเลือดเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกาย ตัวอย่างเช่น ฮอร์โมนอินซูลินที่คอยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น

ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) หมายถึง ต่อมที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนแต่ไม่มีท่อสำหรับหลั่งสารจึงต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดในการลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ต่อมมีท่อ (Exocrine gland) หมายถึง ต่อมที่มีท่อสำหรับหลั่งสาร เช่น ต่อมน้ำย่อยและต่อมน้ำลาย

ฮอร์โมนสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักตามโครงสร้างทางเคมี ได้แก่

1. กลุ่มเอมีน (Amine hormone) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากกรดอะมิโนเพียงตัวเดียว ตัวอย่างเช่น อนุพันธ์ของกรดอะมิโนไทโรซีนถูกสร้างเป็นฮอร์โมน thyroxin และกรดอะมิโนทริптоเฟนถูกสร้างเป็น melatonin เป็นต้น

2. กลุ่มเปปไทด์ (Peptide hormone) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากสายพอลิเปปไทด์ เปปไทด์ ฮอร์โมนสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่

2.1 กลุ่มไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) ประกอบด้วยสายเปปไทด์และคาร์โบไฮเดรต เช่น LH และ FSH

2.2 กลุ่มเปปไทด์สายสั้น ๆ หรือโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ (Short peptide or small protein) บางชนิดเป็นสายเปปไทด์สั้น ๆ เช่น ADH และ oxytocin หรือบางชนิดเป็นโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น growth hormone

เนื่องจากกลุ่มเปปไทด์และกลุ่มเอมีนบางชนิด เช่น epinephrine มีคุณสมบัติการละลายน้ำ ทำให้เมื่อฮอร์โมนถูกหลั่งสู่กระแสเลือดจะสามารถละลายไปในน้ำเลือดและส่งไปยังเซลล์เป้าหมายได้เลย เมื่อถึงเซลล์เป้าหมายฮอร์โมนจะจับกับตัวรับ (Receptor) ที่เยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการตอบสนองของโปรตีนภายในเซลล์เป็นลำดับขั้นเรียกว่ากระบวนการแปลงสัญญาณ (Signal transduction) ในที่สุดเซลล์จะได้รับสัญญาณและเกิดการตอบสนองซึ่งสามารถตอบสนองได้ทันที

3. กลุ่มสเตียรอยด์ (Steroid hormone) ฮอร์โมนจากอนุพันธ์ของลิพิด (Lipid derivative hormone) ฮอร์โมนที่ถูกร่างจากอนุพันธ์ของคอเลสเตอรอล เช่น estrogen testosterone progesterone และ cortisol เป็นต้น

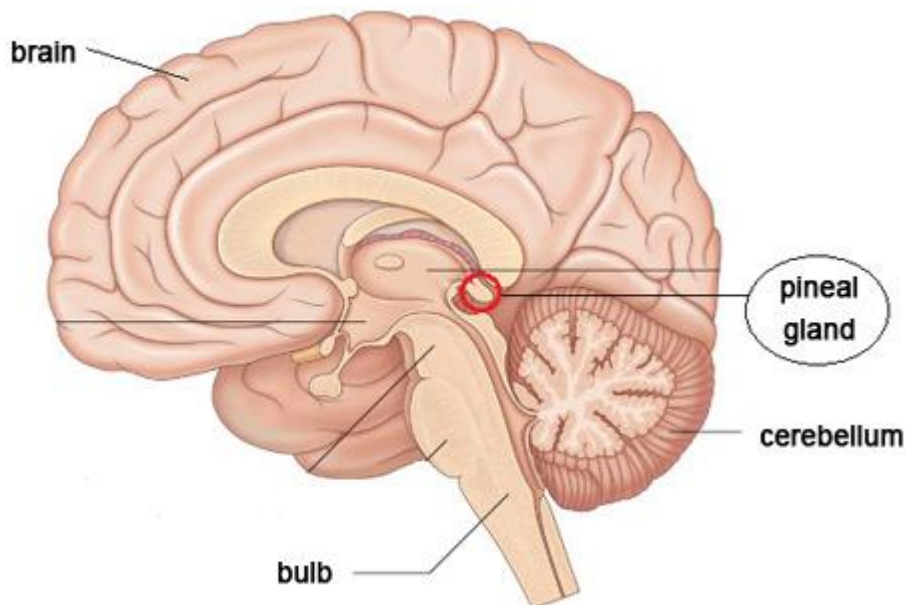
สเตียรอยด์ฮอร์โมนและกลุ่มเอมีนบางชนิด เช่น thyroxine เป็นฮอร์โมนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้เวลาถูกหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดต้องอาศัยการจับกับโปรตีนในพลาสมาเพื่อขนส่งไปยังเซลล์เป้าหมาย เมื่อถึงเซลล์เป้าหมายฮอร์โมนจะสามารถแทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้และเข้าไปจับกับตัวรับในไซโทซอลหรือนิวเคลียสจากนั้นไปกระตุ้นการทำงานของยีนให้เกิดการตอบสนองโดยการตอบสนองของสเตียรอยด์ฮอร์โมนจะเกิดขึ้นช้ากว่าเปปไทด์ฮอร์โมน

### ต่อมไพเนียล

ต่อมไพเนียล (Pineal gland) ของสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลาปากกลม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดไม่สร้างฮอร์โมน แต่เป็นกลุ่มของเซลล์รับแสง (Photoreceptor) ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเซลล์รับแสงในชั้นเรตินาของนัยน์ตา

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะมีวิวัฒนาการของต่อมนี้ให้มีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนได้ จากการศึกษาพบว่าการทำงานของต่อมนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแสงสว่างและการรับภาพ หากนำสัตว์มาอยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างตลอดเวลาจะทำให้ต่อมไพเนียลสร้างฮอร์โมนน้อยลง โดยมีระบบประสาทซิมพาเทติกทำหน้าที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมน

ในมนุษย์ต่อมไพเนียลสร้างฮอร์โมนชื่อว่าเมลาโทนิน (Melatonin) ซึ่งทำหน้าที่บอกถึงรอบวัน และยังมีหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไปในช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ ดังนั้นถ้าต่อมนี้ผิดปกติโดยสร้างฮอร์โมนมากเกินไปจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ



ภาพที่ 2 ต่อมไพเนียล

(อ้างอิง <http://theheartysoul.com/melatonin-as-sleep-aid/>)

### ต่อมใต้สมอง

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) เป็นต่อมที่อยู่ติดกับส่วนล่างของสมองส่วนไฮโปทาลามัส แบ่งได้ 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ต่อมใต้สมองส่วนหน้าและส่วนหลัง

ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) ทำหน้าที่ในการสร้างและหลั่งฮอร์โมนหลายชนิด ซึ่งจะต้องได้รับการควบคุมจากฮอร์โมนประสาทที่สร้างมาจาก Neurosecretory cell ที่อยู่ในสมองส่วนไฮโปทาลามัส ซึ่งฮอร์โมนประสาทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้น (Releasing hormone; RH) ซึ่งคอยกระตุ้นให้สมองส่วนหน้าหลั่งฮอร์โมน
2. ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ยับยั้ง (Release-inhibiting hormone; RIH) ซึ่งคอยยับยั้งสมองส่วนหน้าไม่ให้หลั่งฮอร์โมน

ชนิดของฮอร์โมนที่สร้างมาจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า มี 7 ชนิด ดังนี้

1. Growth hormone (GH) หรือ Somatotrophin (STH) ทำหน้าที่ในการควบคุมการเจริญเติบโตทั่ว ๆ ไปของร่างกาย

ความผิดปกติที่เกิดจาก Growth hormone

ได้รับน้อยเกินไป: ในวัยเด็กจะมีลักษณะเตี้ยแคระ (Dwarfism) แต่ในวัยผู้ใหญ่ยังไม่มีความผิดปกติที่ปรากฏเด่นชัด แต่มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าคนปกติ จึงทำให้ร่างกายได้ไม่สามารถทนต่อ

ความเครียดต่าง ๆ ทางอารมณ์ได้ อย่างไรก็ตาม ต้องขึ้นอยู่กับฮอร์โมนที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดชนิดอื่นด้วย

ได้รับมากเกินไป: ในวัยเด็กจะทำให้ร่างกายสูงผิดปกติ (Gigantism) และในวัยผู้ใหญ่จะทำให้กระดูกตามแขน ขา คาง ขากรรไกรและกระดูกแก้มยังตอบสนองต่อฮอร์โมนนี้อยู่ ทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูกบริเวณใบหน้า นิ้วมือนิ้วเท้า เรียกลักษณะดังกล่าวนี้ว่า Acromegaly



ก.



ข.

ภาพที่ 3 ผลของ growth hormone ต่อคน (ก. gigantism ข. acromegaly)  
(อ้างอิง หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

2. Gonadotrophin (Gn) เป็นฮอร์โมนที่มีฤทธิ์กระตุ้นอวัยวะสืบพันธุ์ ประกอบด้วยฮอร์โมนสำคัญ 2 ชนิด ได้แก่

2.1 Follicle stimulating hormone (FSH)

เพศหญิง: FSH กระตุ้นการเจริญของฟอลลิเคิล (Follicle) ในรังไข่ ขณะที่ฟอลลิเคิลเจริญจะสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen)

เพศชาย: FSH กระตุ้นการเจริญเติบโตของอัณฑะและหลอดสร้างอสุจิให้สร้างอสุจิ

2.2 Luteinizing hormone (LH)

เพศหญิง: LH จะกระตุ้นการตกไข่และเกิดคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งคอร์ปัสลูเทียมจะสร้างฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน (Progesterone) ที่ทำหน้าที่ร่วมกับเอสโตรเจน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่รังไข่และมดลูกเพื่อรองรับการฝังตัวของเอ็มบริโอ

เพศชาย: LH กระตุ้นกลุ่มเซลล์อินเตอร์สตีเชียลหรือเซลล์เลย์ดีก (Interstitial cell หรือ Leydig cell) ที่แทรกอยู่ระหว่างหลอดสร้างอสุจิในอัณฑะให้หลังฮอร์โมนเพศชายคือ เทสโทสเตอโรน (Testosterone)

3. Prolactin ทำหน้าที่ในการกระตุ้นการเจริญของต่อมน้ำนม (Mammary gland) ให้สร้างน้ำนมเพื่อเลี้ยงลูกหลังคลอด

4. Adrenocorticotrophic hormone (ACTH) ทำหน้าที่กระตุ้นต่อมหมวกไตส่วนนอกให้หลั่งฮอร์โมนตามปกติ

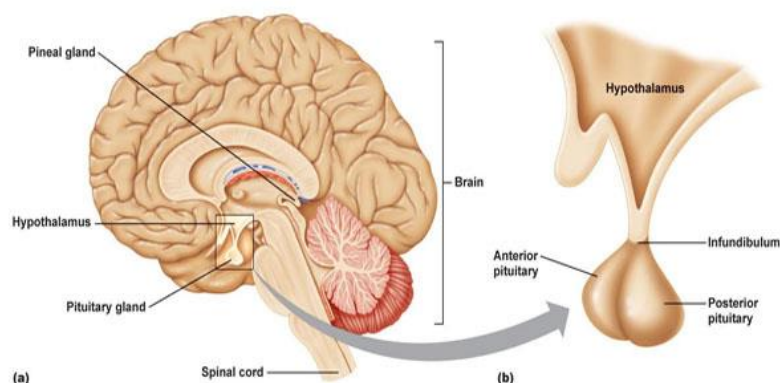
5. Thyroid stimulating hormone (TSH) ทำหน้าที่กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้สร้างและหลั่งฮอร์โมนเป็นปกติ

6. Endorphin เป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายมอร์ฟิน พบว่ามีแหล่งสร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าและอาจสร้างจากเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ อีกด้วย เป็นสารที่ทำหน้าที่ระงับความเจ็บปวด ช่วยเพิ่มความตื่นตัวมีชีวิตชีวาและความสุข ซึ่งสารนี้จะหลั่งเมื่อออกกำลังกายหรือเมื่ออารมณ์แจ่มใส จึงเรียกลักษณะนี้ว่า สารแห่งความสุข

ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior pituitary gland) เป็นส่วนที่มีปลายแอกซอนของ Neurosecretory cell ที่อยู่ในสมองส่วนไฮโปทาลามัส จึงทำหน้าที่สะสมฮอร์โมนจาก Neurosecretory cell มีฮอร์โมนที่สำคัญ 2 ฮอร์โมน ได้แก่

1. Vasopressin หรือ Antidiuretic hormone (ADH) ทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับน้ำของท่อหน่วยไต และกระตุ้นให้หลอดเลือดอาร์เทอริโหดตัวส่งผลให้ความดันเลือดสูงขึ้น

2. Oxytocin ทำหน้าที่ให้กล้ามเนื้อเรียบที่มดลูกบีบตัว จึงเป็นฮอร์โมนที่แพทย์ฉีดยาเพื่อช่วยในการคลอดของมารดาที่มีฮอร์โมนชนิดนี้น้อยกว่าปกติ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นกล้ามเนื้อรอบ ๆ ต่อมน้ำนมให้หดตัวเพื่อขับน้ำนมออกมาเลี้ยงลูกอ่อน



ภาพที่ 4 ต่อมใต้สมอง (อ้างอิง <http://anatomy-medicine.com/endocrine-system/93-the-pituitary-gland.html>)

## กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุหัวข้อหรือปัญหา (20 นาที)

1. นักเรียนสังเกตการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โกลด์เรื่องการทดลองฮอร์โมนโดยการตัดอวัยวะไก่อตัวผู้ ผ่านพาวเวอร์พอยท์ จากนั้นร่วมกันวิเคราะห์การทดลองในประเด็นคำถามต่อไปนี้

1.1 จากการทดลองในชุดที่ 2 นักเรียนสรุปผลได้อย่างไร

(อวัยวะเกี่ยวข้องกับการสร้างสารควบคุมการเจริญของลักษณะเพศผู้ของไก่)

1.2 ข้อสังเกตใดที่ยืนยันว่าอวัยวะควบคุมการแสดงออกของลักษณะที่สองของไก่เพศผู้

(ไก่เพศผู้ที่ไม่ถูกตัดอวัยวะเมื่อโตเต็มวัยจะมีหงอนใหญ่ เหนียงยาว มีขนหางยาว แต่ไก่เพศผู้ที่ถูกตัดอวัยวะเมื่อโตเต็มวัยจะมีหงอน เหนียงสั้น มีขนหางสั้น มีลักษณะคล้ายเพศเมีย ไม่ค่อยกล้าต่อสู้กับไก่ตัวอื่น)

1.3 การขนส่งสารที่ถูกสร้างจากอวัยวะของไก่จำเป็นต้องอาศัยระบบใดในร่างกาย

(ระบบหมุนเวียนเลือด)

2. ครูให้ความรู้แก่นักเรียนเบื้องต้นเกี่ยวกับความหมายของฮอร์โมนผ่านการสรุปจากการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โกลด์ และให้ความรู้เรื่องต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อผ่านพาวเวอร์พอยท์ จากนั้นทบทวนความรู้โดยใช้คำถามต่อไปนี้

2.1 จากการทดลองของอาร์โนล เอ เบอร์โกลด์ สารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของทุกเพศผู้เราเรียกสารเคมีนั้นว่าอะไร

(ฮอร์โมน)

2.2 ต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อและต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดฮอร์โมนถึงถูกสร้างจากต่อมมีท่อ

(ต่อมไร้ท่อจะไม่มีท่อเป็นของตัวเอง ลำเลียงสารที่หลั่งออกมาผ่านระบบหมุนเวียนเลือด ส่วนต่อมมีท่อจะมีท่อของตัวเองเพื่อช่วยในการหลั่งสาร ฮอร์โมนถูกสร้างจากต่อมไร้ท่อเพื่อช่วยให้ขนส่งสารไปที่อวัยวะเป้าหมายที่อยู่ไกลออกไปได้ผ่านระบบหมุนเวียนเลือด)

3. จากนั้นกล่าวเชื่อมโยงก่อนเข้าสู่บทเรียนว่า “เราได้รู้จักความหมายของฮอร์โมน ต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อกันไปแล้ว ในวันนี้เราจะมาทำความรู้จักกับต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมองซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อชนิดหนึ่งผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ของเรา”

4. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิกกลุ่มละ 6-7 คน

5. ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ โดยระบุขั้นตอนและภาระงาน

6. นำเสนอกำหนดหัวข้อและประเด็นย่อยในการแสวงหาความรู้ ดังนี้

1) ทำไมบางฮอร์โมนออกฤทธิ์เร็วหรือช้าแตกต่างกัน

- ชนิดของฮอร์โมน

- กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

2) เด็กชายคนหนึ่งมีอายุถึงวัยเจริญพันธุ์แล้วแต่อวัยวะเพศเจริญช้ากว่าปกติ ไม่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ เพราะเหตุจึงเป็นเช่นนั้น

- ต่อมไพนีลพบได้ในบริเวณใด

- ฮอร์โมนเมลาโทนินทำหน้าที่ใด

- เพราะเหตุใดเด็กชายคนนั้นจึงมีอวัยวะเพศที่เจริญช้ากว่าปกติ

3) ฮอร์โมนต่าง ๆ หลังออกไปควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย แต่สมองส่วนใดที่ควบคุมการทำงานของฮอร์โมนอีกทีหนึ่ง

- สมองส่วนใดที่ควบคุมการทำงานของต่อมใต้สมอง

- สมองส่วนนั้นสร้างฮอร์โมนใดและทำหน้าที่อะไร

4) ชายคนหนึ่งชื่อว่าโรเบิร์ต เวดโลว์ (Robert Wadlow) เขามีความสูงกว่า 270 เซนติเมตร เพราะเหตุใดชายคนนี้ถึงสูงผิดปกติแตกต่างจากคนทั่วไป

- ฮอร์โมนใดทำหน้าที่ควบคุมการเติบโตของร่างกาย

- เพราะเหตุใดโรเบิร์ต เวดโลว์ถึงสูงผิดปกติ เหตุการณ์นี้เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนใด และความผิดปกติในวัยผู้ใหญ่หรือในวัยเด็กเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

5) ฮอร์โมนใดที่ไปกระตุ้นการทำงานของของอวัยวะสืบพันธุ์ให้เกิดการเตรียมพร้อมสำหรับการสืบพันธุ์ในมนุษย์

- FSH และ LH ทำหน้าที่แตกต่างกันในเพศชายและเพศหญิงอย่างไร

- FSH และ LH รวมอยู่ในฮอร์โมนกลุ่มใด

6) “ต่อมใต้สมองส่วนหน้าถือว่าเป็นหัวหน้าของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ” คำกล่าวนี้หมายถึงอะไร

- ACTH และ TSH ถูกหลั่งออกจากต่อมใต้ และทำหน้าที่ใด

- ต่อมใต้สมองควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ อย่างไร

7) เด็กหญิงอายุมองคุณแม่คนหนึ่งที่กำลังยืมในขณะที่ให้นมลูก เด็กหญิงอายุสงสัยว่ามีฮอร์โมนใดหรือไม่ที่ส่งผลต่อความสุขของมนุษย์และฮอร์โมนใดที่ทำให้แม่สามารถผลิตน้ำนมให้ลูกได้

- ฮอร์โมนใดเกี่ยวข้องกับความสุข

- ฮอร์โมนใดช่วยในการผลิตน้ำนม

- ฮอร์โมนทั้งคู่หลังจากต่อมใต้

7. นักเรียนแต่ละทีมปรึกษาและเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา

8. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หัวข้อที่ต้องการศึกษา ให้ออกมารับซองกิจกรรม ซึ่งภายในซองประกอบด้วยใบกิจกรรมและใบความรู้ตามหัวข้อที่นักเรียนเลือก

9. ครูอธิบายใบกิจกรรมและวิธีการบันทึก

10. ก่อนให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ ครูอธิบายในประเด็นต่อไปนี้

10.1 วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

10.2 แหล่งเรียนรู้สำหรับให้นักเรียนแสวงหาความรู้

10.3 กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม

## ขั้นที่ 2 การวางแผนภายในกลุ่ม (10 นาที)

1. แนะนำนักเรียนในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ดังนี้

1.1 บทบาทหน้าที่ในทีม ได้แก่

- หัวหน้าหรือผู้ประสานงาน ทำหน้าที่คอยควบคุมดูแลความเรียบร้อยภายในทีม แบ่งงานให้กับสมาชิกภายในทีม

- ผู้นำเสนอ ทำหน้าที่นำหน้ารายงานหน้าชั้นเรียน

- ผู้บันทึก ทำหน้าที่บันทึกความรู้ของสมาชิกคนอื่นในทีม และเขียนรายงานสรุป

- คณะกรรมการ ทำหน้าที่ช่วยเหลืองานอื่น ๆ เช่น แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ช่วยแสดงความคิดเห็นหรือทำงานในส่วนอื่น ๆ

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดหน้าที่รับผิดชอบภายในทีม

1.3 นักเรียนแต่ละคนต้องประเมินตนเองและเพื่อนภายในกลุ่มในการทำงานเป็นทีม

หลังเสร็จกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันวางแผนเพื่อแสวงหาความรู้ แบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม หัวหน้ากลุ่มนำอภิปรายเพื่อวางแผนการสืบค้นและมีผู้บันทึกทำการบันทึกแนวทางในการสืบค้นที่สมาชิกแต่ละคนนำเสนอ โดยมีครูเดินดูนักเรียนตามกลุ่มต่าง ๆ และคอยให้คำแนะนำ

## ขั้นที่ 3 การลงมือสืบสอบและแสวงหาความรู้ (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแสวงหาความรู้ตามประเด็นในหัวข้อของตนเองตามแผนที่ได้วางไว้จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยที่ครูเดินดูตามกลุ่มต่าง ๆ และทบทวนแผนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่นักเรียน จากนั้นติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน

2. สมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นนำมาวิเคราะห์และประเมินข้อมูล เพื่อนำไปสู่คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาตามหัวข้อของกลุ่ม



3. สมาชิกแต่ละคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือความรู้ที่ได้รับจากการสืบค้น โดยมีสมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคอยสรุปความรู้ต่าง ๆ

#### ขั้นที่ 4 การทำรายงานกลุ่ม (20 นาที)

1. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาเมจิกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับฮอร์โมนตามหัวข้อที่เลือก จากนั้นสรุปใจความสำคัญของกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อประกอบการนำเสนอ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเลือกรูปแบบในการนำเสนออื่น ๆ เพื่อประกอบการนำเสนอได้ เช่น เล่นละคร บทบาทสมมติ หรือใช้แผนภาพและการวาดรูปเพื่ออธิบาย

2. นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกทำหน้าที่เขียนรายงานสรุปความรู้จากกิจกรรมที่ได้แสวงหาความรู้ลงในใบกิจกรรม

3. นักเรียนคนอื่นที่ไม่ได้เป็นผู้บันทึกให้เตรียมการนำเสนอที่ได้เลือกไว้

#### ขั้นที่ 5 การนำเสนอรายงานกลุ่ม (70 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำหน้าชั้นเรียนโดยเรียงลำดับตามหัวข้อ ดังนี้

1) ทำไมบางฮอร์โมนออกฤทธิ์เร็วหรือช้าแตกต่างกัน

2) เด็กชายคนหนึ่งมีอายุถึงวัยเจริญพันธุ์แล้วแต่อวัยวะเพศเจริญช้ากว่าปกติ ไม่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ เพราะเหตุจึงเป็นเช่นนั้น

3) ฮอร์โมนต่าง ๆ หลั่งออกไปควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย แต่สมองส่วนใดที่ควบคุมการทำงานของฮอร์โมนอีกทีหนึ่ง

4) ชายคนหนึ่งชื่อว่าโรเบิร์ต เวดโลว์ (Robert Wadlow) เขามีความสูงกว่า 270 เซนติเมตร เพราะเหตุใดชายคนนี้ถึงสูงผิดปกติแตกต่างจากคนทั่วไป

5) ฮอร์โมนใดที่ไปกระตุ้นการทำงานของของอวัยวะสืบพันธุ์ให้เกิดการเตรียมพร้อมสำหรับการสืบพันธุ์ในมนุษย์

6) “ต่อมใต้สมองส่วนหน้าถือว่าเป็นหัวหน้าของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ” คำกล่าวนี้หมายถึงอะไร

7) เด็กหญิงออยมองคุณแม่คนหนึ่งที่กำลังยิ้มในขณะที่ให้นมลูก เด็กหญิงออยสงสัยว่ามีฮอร์โมนใดหรือไม่ที่ส่งผลต่อความสุขของมนุษย์และฮอร์โมนใดที่ทำให้แม่สามารถผลิตน้ำนมให้ลูกได้

2. หลังจบการนำเสนอครูให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังขาดไป

### ขั้นที่ 6 การประเมินผล (10 นาที)

1. ครูแนะนำวิธีการประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินนำเสนองานหน้าชั้นเรียน
3. ครูประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มโดยใช้การสังเกตและให้นักเรียนแต่ละคนประเมินสมาชิกภายในกลุ่ม

### สื่อการเรียนรู้

1. สื่อ power point เรื่องต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมอง
2. ใบกิจกรรมเรื่องต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมอง 7 หัวข้อ
3. หนังสือชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 2
4. ใบความรู้เรื่องต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมอง สมอ 7 หัวข้อ
5. วีดิทัศน์เรื่องต่อมไพเนียลและต่อมใต้สมอง
6. กระดาษฟลิปชาร์ต
7. ปากกาเมจิก

### การวัดและประเมินผล

1. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม
2. ประเมินการทำงานเป็นทีมโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการทำงานเป็นทีม
3. ประเมินความถูกต้องและความครบถ้วนของผลงานการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
4. ประเมินความถูกต้องและความครบถ้วนของการเขียนสรุปรายงานในใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม
5. ประเมินการตอบคำถามในใบกิจกรรม

## ใบความรู้ หัวข้อที่ 1

หัวข้อ: ทำไมบางฮอร์โมนออกฤทธิ์เร็วหรือช้าแตกต่างกัน

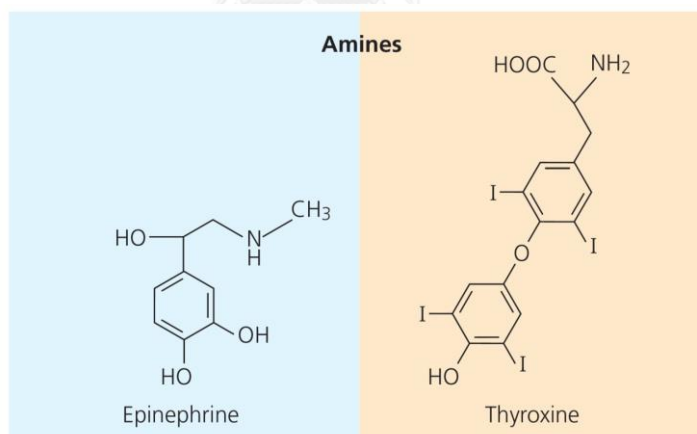
หัวข้อย่อย:

1. ชนิดของฮอร์โมน (แบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง)
2. กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

### ชนิดของฮอร์โมน

ฮอร์โมนสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่

1. กลุ่มเอมีน (Amine hormone) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากกลุ่มเอมีนซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนเพียงตัวเดียว ตัวอย่างเช่น กรดอะมิโนไทโรซีนถูกสร้างเป็นฮอร์โมน thyroxin และกรดอะมิโนทริปโตเฟนถูกสร้างเป็น melatonin เป็นต้น สำหรับฮอร์โมนกลุ่มเอมีนบางชนิดสามารถละลายน้ำได้ เช่น epinephrine melatonin แต่บางชนิดไม่สามารถละลายน้ำได้ เช่น thyroxin

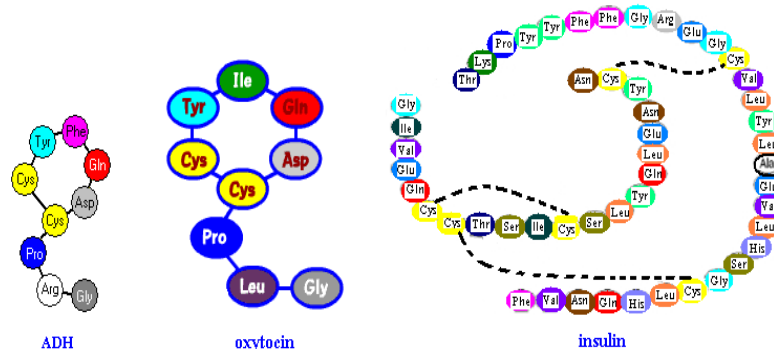


ภาพที่ 1 ฮอร์โมนกลุ่มเอมีน

(อ้างอิง Reece, J. B., & Campbell, N. A. (2011). Campbell biology.)

2. กลุ่มเปปไทด์ (Peptide hormone) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากสายพอลิเปปไทด์หรือโปรตีนซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำ เปปไทด์ฮอร์โมนสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยได้แก่

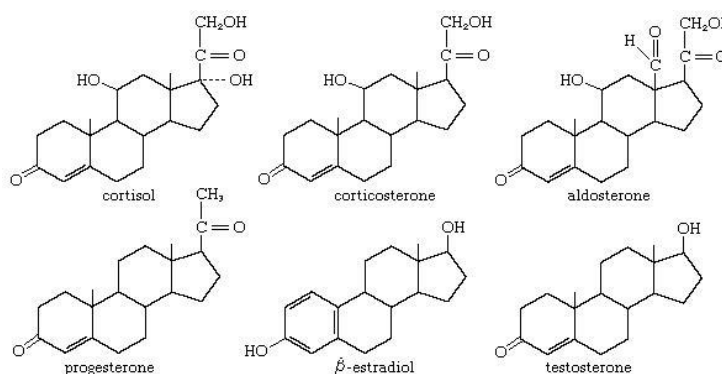
- กลุ่มไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) ประกอบด้วยสายเปปไทด์และคาร์โบไฮเดรต เช่น LH และ FSH
- กลุ่มเปปไทด์สายสั้นๆ หรือโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ (Short peptide or small protein) บางชนิดเป็นสาย-เปปไทด์สั้น ๆ เช่น ADH และ oxytocin หรือบางชนิดเป็นโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น growth hormone, insulin



ภาพที่ 2 ฮอร์โมนกลุ่มเปปไทด์

(อ้างอิง <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/>)

3. กลุ่มสเตียรอยด์ (Steroid hormone) ฮอร์โมนจากอนุพันธ์ของลิพิด (Lipid derivative hormone) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างจากอนุพันธ์ของคอเลสเตอรอล เช่น estrogen testosterone progesterone และ cortisol เป็นต้น ฮอร์โมนกลุ่มนี้จะละลายในไขมัน และจับกับพลาสมาโปรตีนในกระแสเลือดเพื่อลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมาย

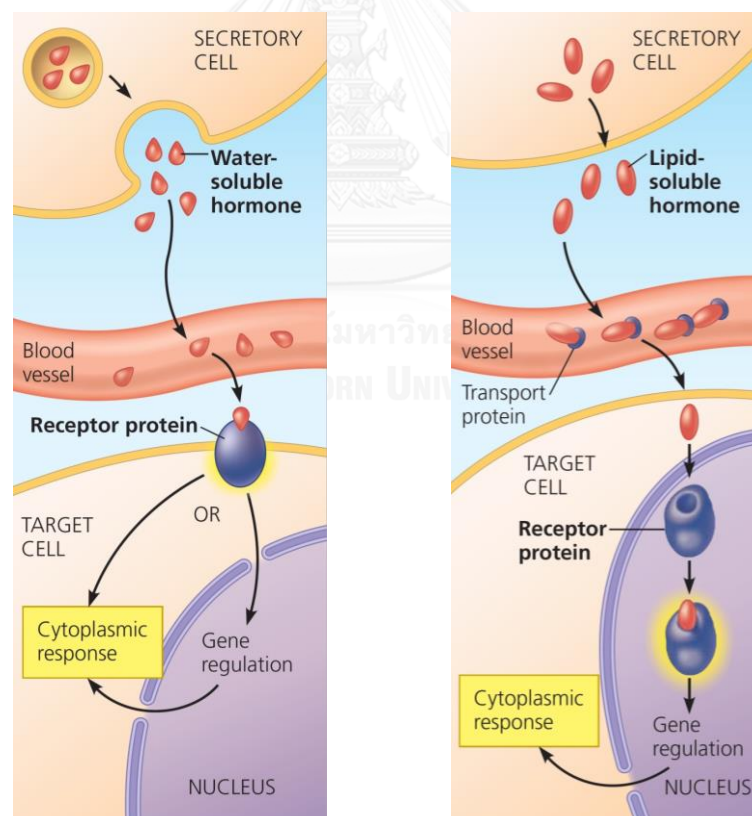


ภาพที่ 3 ฮอร์โมนกลุ่มสเตียรอยด์

(อ้างอิง <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/>)

ฮอร์โมนกลุ่มที่มีคุณสมบัติการละลายน้ำ เมื่อถูกหลั่งสู่กระแสเลือดจะสามารถละลายไปในน้ำเลือดและส่งไปยังเซลล์เป้าหมายได้เลย เมื่อถึงเซลล์เป้าหมายฮอร์โมนจะจับกับตัวรับ (Receptor) ที่เยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการตอบสนองของโปรตีนภายในเซลล์เป็นลำดับขั้นเรียกว่า กระบวนการแปลงสัญญาณ (Signal transduction) ในที่สุดเซลล์จะได้รับสัญญาณและเกิดการตอบสนองซึ่งสามารถตอบสนองได้ทันที

ฮอร์โมนกลุ่มที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ เมื่อถูกหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดต้องอาศัยการจับกับโปรตีนในพลาสมาเพื่อขนส่งไปยังเซลล์เป้าหมาย เมื่อถึงเซลล์เป้าหมายฮอร์โมนสามารถแทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และเข้าไปจับกับตัวรับในไซโทซอลหรือนิวเคลียส จากนั้นไปกระตุ้นการทำงานของยีนให้เกิดการตอบสนองโดยการตอบสนอง เนื่องจากต้องเข้าไปจับกับตัวรับภายในเซลล์เพื่อทำให้เกิดการตอบสนองทำให้การตอบสนองของฮอร์โมนกลุ่มนี้เกิดได้ช้ากว่ากลุ่มที่สามารถละลายน้ำได้



ภาพที่ 4 การทำงานของฮอร์โมน

(อ้างอิง Reece, J. B., & Campbell, N. A. (2011). Campbell biology.)

ศึกษาลักษณะการทำงานของฮอร์โมนกลุ่มที่ละลายน้ำได้เพิ่มเติมผ่านที่:

<https://www.youtube.com/watch?v=Nt2r5R0ZO5U> (ความยาว 1.57 นาที)

ศึกษาลักษณะการทำงานของฮอร์โมนกลุ่มที่ไม่สามารถละลายน้ำได้เพิ่มเติมที่:

<https://www.youtube.com/watch?v=m43jBFNL7gY> (ความยาว 1.07 นาที)

ศึกษาชนิดของฮอร์โมนเพิ่มเติมได้

ที่:<http://www.endocrinesurgeon.co.uk/index.php/what-types-of-hormones-are-there>



## ใบความรู้ หัวข้อที่ 2

หัวข้อ: เด็กชายคนหนึ่งมีอายุถึงวัยเจริญพันธุ์แล้วแต่อวัยวะเพศเจริญช้ากว่าปกติ ไม่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ เพราะเหตุจึงเป็นเช่นนั้น

หัวข้อย่อย:

1. ต่อมไพเนียลพบได้ในบริเวณใด
2. ฮอร์โมนเมลาโทนินทำหน้าที่ใด
3. เพราะเหตุใดเด็กชายคนนั้นจึงมีอวัยวะเพศที่เจริญช้ากว่าปกติ

### ต่อมไพเนียล (Pineal gland)

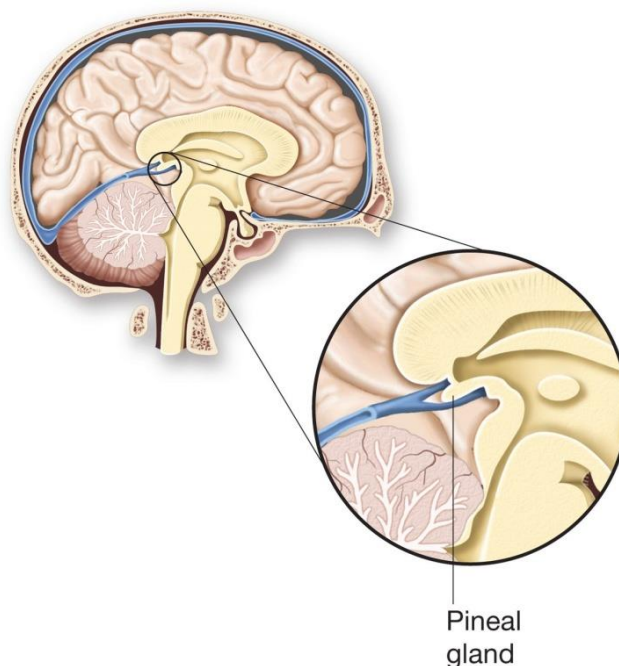
ต่อมไพเนียล (Pineal gland) ในสัตว์กลุ่มปลาปากกลม ปลากระดูกแข็งบางชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน มีกลุ่มเซลล์ชนิดพิเศษซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเซลล์รับแสง (Photoreceptor) ในชั้นเรตินาของนัยน์ตาจึงเรียกต่อมไพเนียลในสัตว์กลุ่มนี้ว่าเป็นตาที่สาม (Third eye) ทำหน้าที่รับแสงซึ่งบางชนิดไม่สร้างฮอร์โมน จากการศึกษาพบว่าการทำงานของต่อมนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแสงสว่างและการรับภาพ หากนำสัตว์มาอยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างตลอดเวลาจะทำให้ต่อมไพเนียลสร้างฮอร์โมนน้อยลง โดยมีระบบประสาทซิมพาเทติกทำหน้าที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมน



ภาพที่ 1 ต่อมไพเนียลหรือตาที่สามในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน

(อ้างอิง [https://en.wikipedia.org/wiki/Parietal\\_eye](https://en.wikipedia.org/wiki/Parietal_eye))

ในมนุษย์ต่อมไพเนียลมีลักษณะเป็นรูปกรวย มีขนาดเล็ก พบบริเวณกึ่งกลางสมอง ส่วนที่ซีรีบรัมพูซ้ายและขวามาติดต่อกัน



ภาพที่ 2 ตำแหน่งของต่อมไพเนียลในมนุษย์

(อ้างอิง <http://theheartysoul.com/melatonin-as-sleep-aid/>)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการทดลองเกี่ยวกับต่อมไพเนียลในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมพบว่า ถ้าหนูทดลองได้รับแสงสว่างตลอดเวลา จะทำให้รังไข่เจริญเติบโตขึ้น (มีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น) ในขณะที่ต่อมไพเนียลมีขนาดเล็กลง ในทางตรงกันข้ามถ้าหนูอยู่ในที่มืดตลอดเวลา จะทำให้รังไข่มีน้ำหนักลดลง ในขณะที่ต่อมไพเนียลมีขนาดใหญ่ขึ้น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับการทำงานของต่อมไพเนียลและผลต่ออวัยวะสืบพันธุ์ ซึ่งพบว่าเมื่ออยู่ในที่มีแสงจะไม่มีการสร้างฮอร์โมนเมลาโทนิน แต่ถ้าอยู่ในที่ที่ไม่มีแสงต่อมไพเนียลจะหลั่งฮอร์โมนเมลาโทนินออกมาได้มาก





ก. หนูที่อยู่ในที่ที่ได้รับแสงสว่างตลอด  
หลังเมลาโทนินมาก อวัยวะสืบพันธุ์เจริญ

ข. หนูที่อยู่ในที่ที่ไม่ได้รับแสงสว่าง  
หลังเมลาโทนินน้อย อวัยวะสืบพันธุ์  
เจริญเพิ่มขึ้น

### ภาพที่ 3 การทดลองเกี่ยวกับต่อมไพเนียล

(อ้างอิง <http://www.charlesrivercampus.com/course/index.php?categoryid=5>)

ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับต่อมไพเนียล:

1. <http://www.pibul.ac.th/vichakan/sciweb/Biology42042/Hormone/Hormone/html/Website-endocrine-system/pineal.htm>
2. <http://www.britannica.com/science/pineal-gland>
3. <http://www.endocrineweb.com/endocrinology/overview-pineal-gland>

### ใบความรู้ หัวข้อที่ 3

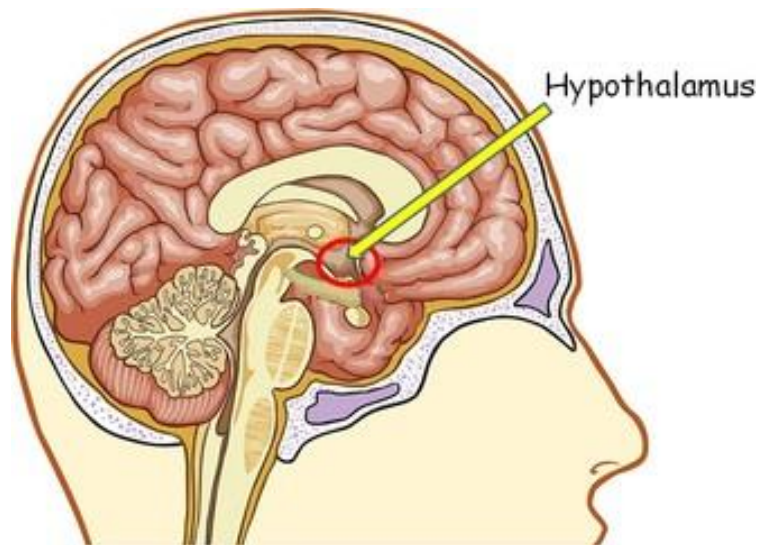
หัวข้อ: ฮอร์โมนต่าง ๆ หลังออกไปควบคุมการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย แต่สมองส่วนใดที่ควบคุมการทำงานของฮอร์โมนอีกทีหนึ่ง

หัวข้อย่อย:

1. สมองส่วนใดที่ควบคุมการทำงานของต่อมใต้สมอง
2. สมองส่วนนั้นสร้างฮอร์โมนใดและทำหน้าที่อะไร

รายงานจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งพบว่า มีหญิงสาวคนหนึ่งอายุประมาณสามสิบปี เกิดความผิดปกติต่าง ๆ ขึ้นในร่างกาย ได้แก่ มีน้ำหนักตัวลดลง มีอารมณ์ไม่คงที่ มีปัญหาด้านการนอนหลับ และไม่สามารถควบคุมดุลยภาพต่าง ๆ ของร่างกายได้ เช่น อุณหภูมิ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลน้ำทำให้ปัสสาวะออกมามีความเข้มข้นต่ำกว่าปกติหรือเรียกว่าโรคเบาจืด (เบา = ขับถ่ายเบาหรือปัสสาวะ) และทำให้การคลอดลูกเกิดขึ้นได้ยากเนื่องจากไม่เกิดการบีบตัวของของกล้ามเนื้อเรียบบริเวณมดลูก

แพทย์รายงานว่าอาการ 2 อย่างหลังจากความผิดปกติของฮอร์โมน ADH และ oxytocin ตามลำดับ และพบว่าอาการป่วยของหญิงสาวรายนี้ยังส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าอีกด้วย เมื่อวินิจฉัยจากอาการและนำหญิงสาวคนนี้ไปตรวจหาสาเหตุ พบว่าหญิงสาวคนนี้มี ความผิดปกติบริเวณสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) นั่นเอง (ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับบทเรียนเรื่องสมอง)



ภาพที่ 1 สมอส่วนไฮโปทาลามัส

(อ้างอิง <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/>)

เมื่อพิจารณาสมอส่วนไฮโปทาลามัสพบว่ามีส่วนปลายแอกซอนของ neurosecretory cell ยื่นยาวลงมาถึงบริเวณต่อมใต้สมอส่วนหลัง โดย neurosecretory cell ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่สำคัญของชนิด คือ ADH และ oxytocin

ศึกษารายละเอียดฮอร์โมน ADH และ oxytocin ได้ที่:

<http://www.pibul.ac.th/vichakan/sciweb/Biology42042/Hormone/Hormone/html/Wwebsite-endocrine-system/pituitary.htm> (ในหัวข้อฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอส่วนหลัง)

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมอส่วนไฮโปทาลามัสและบทบาทต่อการทำงานของฮอร์โมน:

<http://www.endocrineweb.com/endocrinology/overview-hypothalamus>

## ใบความรู้ หัวข้อที่ 4

หัวข้อ: ชายคนหนึ่งชื่อว่าโรเบิร์ต เวดโลว์ (Robert Wadlow) เขามีความสูงกว่า 270 เซนติเมตร เพราะเหตุใดชายคนนี้ถึงสูงผิดปกติแตกต่างจากคนทั่วไป

หัวข้อย่อย:

1. ฮอร์โมนใดทำหน้าที่ควบคุมการเติบโตของร่างกาย
2. เพราะเหตุใดโรเบิร์ต เวดโลว์ถึงสูงผิดปกติ เหตุการณ์นี้เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนใด และความผิดปกติในวัยผู้ใหญ่หรือในวัยเด็กเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



**ภาพที่ 1** ภาพถ่ายนายโรเบิร์ต เวดโลว์และครอบครัว

(อ้างอิง Reece, J. B., & Campbell, N. A. (2011). Campbell biology.)

โรเบิร์ต เพอร์ซิง เวดโลว์ (Robert Pershing Wadlow) เป็นมนุษย์ที่สูงที่สุดในโลก โดยเขาเป็นเจ้าของความสูงถึง 2.72 เมตร และยังเป็นมนุษย์ที่สูงที่สุดตลอดกาลด้วย เพราะในปัจจุบันก็ยังไม่มีการสามารถทำลายสถิติความสูงของเขาได้เลย เมื่อตอนที่เวดโลว์

เกิดนั้น เขามีความสูงปกติดี แต่ในวัยเด็กเมื่อเริ่มโตขึ้นเรื่อย ๆ ความสูงของเขาก็เริ่มผิดปกติ ทำให้เวดโลว์สูงมากเกินไปเมื่อเขาสูงเกือบ 2 เมตรในวัย 10 ปีเท่านั้น เขามีน้ำหนักมากถึง 222 กิโลกรัม ซ้ำยังเป็นมนุษย์ที่มีมือและเท้ายาวที่สุด เวดโลว์มีมือที่ยาวมากกว่า 30 เซนติเมตร และเท้าที่ยาวเกือบ 50 เซนติเมตร ซึ่งการที่เขาสูงได้ขนาดนี้ ก็เพราะความผิดปกติของต่อมใต้สมองส่วนหน้าของเขานั่นเอง

ในทางกลับกันเราเห็นนักแสดงหลายคนที่มีรูปร่างเตี้ยแคระผิดปกติ ซึ่งในวัยแรกเกิดยังมีขนาดเหมือนทารกปกติแต่เมื่อเติบโตขึ้นร่างกายมีการยืดขยายขนาดช้ากว่าคนทั่วไป ความผิดปกติของคนเหล่านี้ก็เกิดจากความผิดปกติจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า เช่นเดียวกับกับความสูงที่ผิดปกติของนายเวดโลว์



**ภาพที่ 2** ภาพถ่ายนายปีเตอร์ ดิคเลจ นักแสดงจากเรื่อง game of throne  
(อ้างอิง <http://www.hollywire.com/2012/12/short-sweet-honor-hobbit-we-round-20-hottest-short-dudes-hollywood>)

ปัจจุบันพบว่าความผิดปกติต่าง ๆ เหล่านี้เกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้านั้นก็คือ โกรทฮอร์โมน (Growth hormone) โดยในวัยเด็กถ้ามีน้อย

เกินไป จะทำให้มีลักษณะเตี้ยแคระ (Dwarfism) แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้ร่างกายสูง ผิดปกติ (Gigantism)

ในวัยผู้ใหญ่หากมี growth hormone น้อยเกินไปยังไม่มีลักษณะที่ปรากฏเด่นชัด แต่มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าคนปกติ จึงทำให้ร่างกายได้ไม่สามารถทนต่อความเครียด ต่าง ๆ ทางอารมณ์ได้ อย่างไรก็ตาม ต้องขึ้นอยู่กับฮอร์โมนที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ชนิดอื่นด้วย แต่ถ้ามี growth hormone มากเกินไปในวัยผู้ใหญ่จะทำให้กระดูกตามแขน ขา คาง ขากรรไกรและกระดูกแก้มยังตอบสนองต่อฮอร์โมนนี้อยู่ ทำให้เกิดความผิดปกติ ของกระดูกบริเวณใบหน้า นิ้วมือนิ้วเท้า เรียกลักษณะดังกล่าวนี้ว่า Acromegaly

ศึกษาหน้าที่ของโกรทฮอร์โมนและข้อมูลของต่อมใต้สมองส่วนหน้าได้ที่:

<http://www.endocrineweb.com/endocrinology/overview-pituitary-gland>



## ใบความรู้ หัวข้อที่ 5

หัวข้อ: ฮอร์โมนใดที่ไปกระตุ้นการทำงานของของอวัยวะสืบพันธุ์ให้เกิดการเตรียมพร้อมสำหรับการสืบพันธุ์ในมนุษย์

หัวข้อย่อย:

1. FSH และ LH ทำหน้าที่แตกต่างกันในเพศชายและเพศหญิงอย่างไร
2. FSH และ LH รวมอยู่ในฮอร์โมนกลุ่มใด

ทั้งเพศชายและเพศหญิงเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์จะมีลักษณะทางเพศต่าง ๆ เช่น เพศหญิงจะมีหน้าอก สะโพกผาย เสียงเล็กแหลม และมีขนขึ้นบริเวณอวัยวะเพศ ส่วนเพศชายจะมีลูกกระเดือกใหญ่ มีกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น มีหนวด และขนขึ้นบริเวณอวัยวะเพศ ทั้งหมดนี้สืบผลมาจากฮอร์โมนเพศ (Sex hormone) แต่ฮอร์โมนเพศจะถูกกระตุ้นให้หลั่งโดยฮอร์โมนอีกกลุ่มหนึ่ง นั่นก็คือฮอร์โมนโกนาโดโทรฟิน (Gonadotrophin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่กระตุ้นอวัยวะสืบพันธุ์ถูกหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ประกอบด้วยฮอร์โมนสำคัญ 2 ชนิด ได้แก่

ฮอร์โมนกระตุ้นฟอลลิเคิล (Follicle stimulating hormone หรือ FSH)

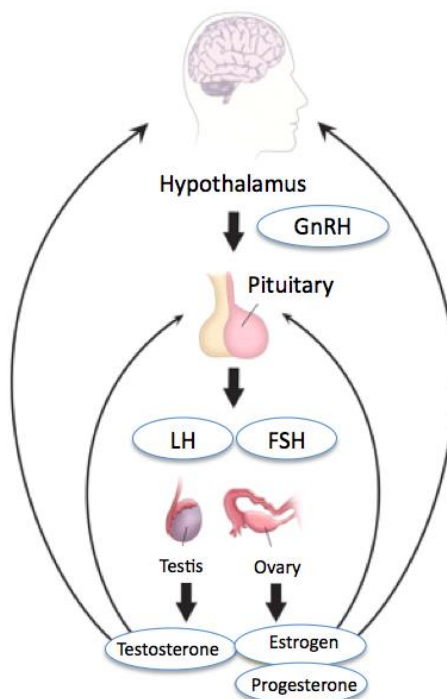
ในเพศหญิง: FSH กระตุ้นการเจริญของฟอลลิเคิล (Follicle) ในรังไข่จนเจริญเต็มที่กลายเป็นกรรไกรเพียน ฟอลลิคินเคิล (Graafian follicle หรือ mature follicle) ขณะที่ฟอลลิเคิลกำลังเจริญจะสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิง

ในเพศชาย: FSH กระตุ้นการเจริญเติบโตของอัณฑะบริเวณหลอดสร้างอสุจิ (Seminiferous tubule) ให้สร้างอสุจิ

ลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone หรือ LH)

ในเพศหญิง: LH จะกระตุ้นการตกไข่และเกิดคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งคอร์ปัสลูเทียมจะสร้างฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน (Progesterone) ที่ทำหน้าที่ร่วมกับเอสโตรเจน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่รังไข่และมดลูกเพื่อรองรับการฝังตัวของเอ็มบริโอ

ในเพศชาย: LH กระตุ้นกลุ่มเซลล์อินเตอร์สตีเชียลหรือเซลล์เลย์ดีก (Interstitial cell หรือ Leydig cell) ที่แทรกอยู่ระหว่างหลอดสร้างอสุจิในอัณฑะให้หลั่งฮอร์โมนเพศชายคือ เทสโทสเตอโรน (Testosterone)



ภาพที่ 1 แสดงการควบคุมการทำงานของ FSH และ LH จากสมองส่วนไฮโปทาลามัส  
(อ้างอิง <http://www.dsdgenetics.org/index.php?id=48>)

หมายเหตุ ในหัวข้อนี้ให้นักเรียนทบทวนเรื่องระบบสืบพันธุ์และรอบเดือน

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ FSH และ LH

1. <http://www.pibul.ac.th/vichakan/sciweb/Biology42042/Hormone/Hormone/html/Website-endocrine-system/Sex-hormone.htm>
2. <https://mcb.berkeley.edu/courses/mcb135e/fsh-lh.html>



## ใบความรู้ หัวข้อที่ 6

หัวข้อ: “ต่อมใต้สมองถือว่าเป็นหัวหน้าของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ” คำกล่าวนี้หมายถึงอะไร

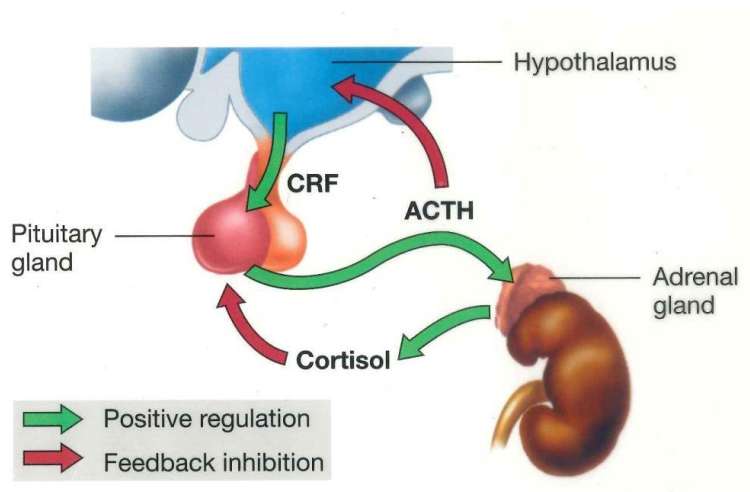
หัวข้อย่อย:

1. ACTH และ TSH ถูกหลั่งออกจากต่อมใต้ และทำหน้าที่ใด
2. ต่อมใต้สมองควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ อย่างไร

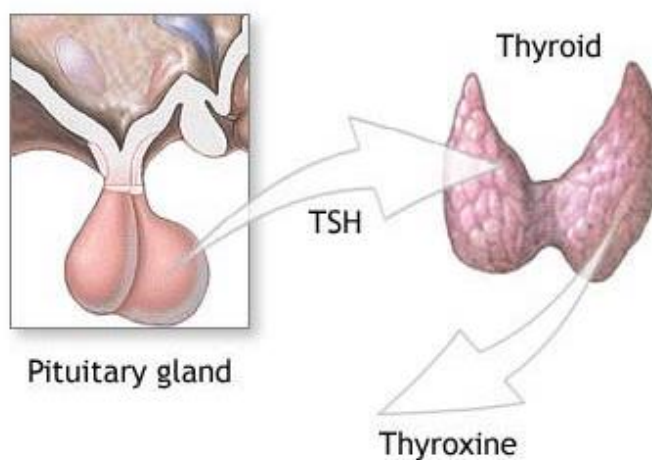
พบหญิงสาวคนหนึ่งชื่อว่าขนมปัง (นามสมมุติ) ได้เกิดอาการผิดปกติที่ทำให้ไม่สามารถสร้างและหลั่งฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoids) และกลุ่มมินิเราโลคอร์ติคอยด์ (Mineralocorticoids) จากต่อมหมวกไตส่วนนอก (Adrenal cortex) และฮอร์โมนไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์ได้ ทำให้ขนมปังมีอาการผิดปกติเนื่องจากฮอร์โมนทั้ง 2 ตัวนี้

อาการจากการขาดฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ทำให้ขนมปังมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ชูบพอม มีผิวหนังตกรั้ว ร่างกายควบคุมสมดุลเกลือแร่ไม่ได้ และอาการจากการขาดไทรอกซินทำให้เธอมีการเจริญทั้งด้านร่างกายและสติปัญญาช้าลง มีอาการชัก หัวใจโต ผิวหนังหยาบเหลือง ผอมร่วน และอัตราเมแทบอลิซึมลดลง

แพทย์ตรวจพบว่าสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้ขนมปังไม่สามารถสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตชั้นนอกและต่อมไทรอยด์ได้เกิดจากสาเหตุความผิดปกติที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้ไม่สามารถหลั่งฮอร์โมนสำคัญ ได้แก่ ACTH และ TSH ซึ่งมากระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนของต่อมหมวกไตชั้นนอกและต่อมไทรอยด์ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แสดงการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนของต่อมหมวกไตส่วนนอกจาก ACTH  
(อ้างอิง <http://163.178.103.176/CasosBerne/1aFCelular/Caso5-2/HTMLC/CasosB2/Retro/ACTH1.html>)



ภาพที่ 2 แสดงการควบคุมการหลั่งฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์จาก TSH  
(อ้างอิง <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/9971.htm>)

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ACTH และ TSH

<http://www.pibul.ac.th/vichakan/sciweb/Biology42042/Hormone/Hormone/html/Website-endocrine-system/pituitary.htm2>. (ศึกษาข้อมูลที่ฮอร์ดมอน ACTH TSH)

## ใบความรู้ หัวข้อที่ 7

หัวข้อ: เด็กหญิงออยมองคุณแม่คนหนึ่งที่กำลังยิ้มในขณะที่ให้นมลูก เด็กหญิงออยสงสัยว่ามีฮอร์โมนใดหรือไม่ที่ส่งผลต่อความสุขของมนุษย์และฮอร์โมนใดที่ทำให้แม่สามารถผลิตน้ำนมให้ลูกได้

หัวข้อย่อย:

1. ฮอร์โมนใดเกี่ยวข้องกับความสุข
2. ฮอร์โมนใดช่วยในการผลิตน้ำนม
3. ฮอร์โมนทั้งคู่หลังจากต่อมใด

ณ โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง คุณหมอท่านหนึ่งได้สอบถามอาการป่วยของผู้หญิงรายหนึ่งที่มีอาการซึมเศร้า (Depression) มีอาการเจ็บปวดเรื้อรังแบบที่ไม่สามารถอธิบายได้ และมีความสามารถในการทนต่อความเจ็บปวดได้ต่ำ

หลังจากการวินิจฉัยโดยนำไปตรวจร่างกายเพื่อดูความผิดปกติต่าง ๆ คุณหมอบพบว่าคนไข้มีระดับของเอนดอร์ฟิน (Endorphin) ที่ต่ำกว่าปกติ ซึ่งความผิดปกตินี้เกิดขึ้นจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary) ทำงานผิดปกตินั่นเอง

อีกกรณีศึกษาหนึ่งที่พบได้ยากโดยคนไข้ที่เป็นหญิงสาวแม่ลูกอ่อนมีอาการผิดปกติบริเวณต่อมน้ำนมทำให้ไม่สามารถผลิตน้ำนมให้ลูกของตนเองได้ แพทย์ตรวจพบว่าผู้หญิงคนนี้มีอาการผิดปกติที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำให้ร่างกายมีระดับฮอร์โมนโพรแลคติน (Prolactin) ต่ำกว่าปกติ

ศึกษาหน้าที่ของฮอร์โมน prolactin และ endorphin รวมทั้งตำแหน่งของต่อมใต้สมองส่วนหน้าเพิ่มเติมได้ที่:

1. <http://www.wisegEEK.org/what-is-endorphin-deficiency.htm> (ข้อมูลเกี่ยวกับ endorphin)
2. <http://emedicine.medscape.com/article/124526-overview> (ข้อมูลเกี่ยวกับ prolactin)

**ใบกิจกรรม หัวข้อที่ 1**  
**ทำไมบางฮอร์โมนออกฤทธิ์เร็วหรือช้าแตกต่างกัน**

ทีมที่ \_\_\_\_\_

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- |                       |            |              |               |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|
| 1. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 2. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 3. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 4. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 5. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 6. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |
| 7. ชื่อ-นามสกุล _____ | ชั้น _____ | เลขที่ _____ | หน้าที่ _____ |

**วัตถุประสงค์**

1. จำแนกชนิดของฮอร์โมนได้
2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกชนิดของฮอร์โมนได้

**คำชี้แจง**

1. กำหนดหน้าที่รับผิดชอบภายในทีม ประกอบด้วยหัวหน้าทีม 1 คน ผู้นำเสนอ 2 คน ผู้บันทึก 1 คน และที่เหลือเป็นคณะกรรมการในทีม
2. ร่วมมือกันวางแผนเพื่อแสวงหาความรู้จากหัวข้อที่เลือกมา
3. ลงมือแสวงหาความรู้ตามประเด็นในหัวข้อของตนเองตามแผนที่ได้วางไว้
4. ตอบคำถามลงในใบกิจกรรมและสรุปใจความสำคัญลงในกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยเลือกรูปแบบในการนำเสนออื่น ๆ เพื่อประกอบการนำเสนอได้ เช่น เล่นละคร บทบาทสมมติ หรือใช้แผนภาพและการวาดรูป



ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ชนิดของฮอริโมน

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. ฮอริโมนแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง

.....

2. ชนิดของฮอริโมนแบ่งได้ตามเกณฑ์ใด

.....

3. เพราะเหตุใดฮอริโมนจึงออกฤทธิ์เร็วหรือช้าแตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบการแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม

---



นักเรียนกำลังวางแผนและเตรียมการนำเสนอรายงานกลุ่ม



นักเรียนกำลังนำเสนอรายงานกลุ่มจากการสรุปผลการศึกษา



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนกร อรรถจนาวัฒน์ เกิดวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2533 ภูมิลำเนาจังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี การศึกษา 2557 ด้วยทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

