

การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
มัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ  
ร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

นางสาวปณาลี สติคราม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF WRITTEN SCIENCE COMMUNICATION ABILITIES  
OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING  
INQUIRY INSTRUCTION AND COLLABORATIVE WRITING

Miss Panalee Satikram

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 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ  
สืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

โดย

นางสาวปณาลี สติคราม

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็นส่วนหนึ่งของการ  
การศึกษาดำเนินหลักสูตรปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์)

ปณาลี สติคราม : การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ( DEVELOPMENT OF WRITTEN SCIENCE COMMUNICATION ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING INQUIRY INSTRUCTION AND COLLABORATIVE WRITING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. สกลรัชต์ แก้วดี

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นโดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที (t-test) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
2. คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก.....
ปีการศึกษา	2562	

# # 6083329927 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: Written science communication, Inquiry instruction, Collaborative writing

Panalee Satikram : DEVELOPMENT OF WRITTEN SCIENCE COMMUNICATION ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING INQUIRY INSTRUCTION AND COLLABORATIVE WRITING. Advisor: Asst. Prof. Sakolrat Kaewdee, Ph.D.

The purpose of this research were to 1) examine science communication writing abilities of students after using inquiry instructions and collaborative writing and 2) compare the science communication writing abilities of students between before and after learned through inquiry instructions and collaborative writing. The research group was eleventh-grade students from a large secondary school in Bangkok. The design of this pre-experimental research was a one-group pretest-posttest design. The data of the students' science communication writing was collected before and after the instruction. The research instruments was science communication writing test. The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean percentage score, standard deviation, *t*-test and content analysis

The research findings were as follows:

1) the written science communication abilities mean post test score of students was rated at good level.

2) the written science communication abilities mean posttest score of students was significantly higher than the mean pretest score ( $p=0.05$ )

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Science Education	
Academic Year:	2019	

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งในการเรียน การทำงาน และการใช้ชีวิต ทั้งยังผลักดันและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของท่านอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.สลา สามิภักดิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการทำวิจัยและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นที่มาของความสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารและคุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ และชี้แนะสิ่งต่าง ๆ รวมถึงนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น รุ่นพี่ และรุ่นน้องการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และผลักดันกันและกันในการทำงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณมารดา และพี่น้องของข้าพเจ้าที่คอยสนับสนุน และเป็นกำลังใจสำคัญในการศึกษาและการทำวิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ .....	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication Writing) .....	11
1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	11
1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ .....	12
1.3 ความสำคัญของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	15
1.4 ความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ .....	17
1.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	18
1.6 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ .....	28
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Instruction).....	31
2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ .....	31
2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ.....	32
2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ.....	33
2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ .....	34

3. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Writing).....	43
3.1 ความสำคัญและความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง .....	44
3.2 ขั้นตอนของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง.....	46
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	47
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ.....	47
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	49
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
1. รูปแบบการวิจัย .....	54
2. กลุ่มที่ศึกษา.....	55
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	55
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล .....	72
5. การวิเคราะห์ข้อมูล .....	74
6. จริยธรรมและคุณธรรมการวิจัย.....	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	94
รายการอ้างอิง.....	100
ภาคผนวก.....	109
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	110



ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	112
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	134
ภาคผนวก ง ตัวอย่าง ผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน .....	163
ภาคผนวก จ ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียน และก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 12 คู่ .....	166
ประวัติผู้เขียน.....	169

## สารบัญตาราง

ตาราง 1 ระดับการเขียนและเกณฑ์การประเมิน.....	25
ตาราง 2 ระดับคุณภาพและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียนเรียงความ .....	26
ตาราง 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์...27	
ตาราง 4 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน.....	37
ตาราง 5 เปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ .....	41
ตาราง 6 ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบเรียน.....	58
ตาราง 7 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้.....	59
ตาราง 8 เกณฑ์ในการให้คะแนนเพื่อประเมินระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	68
ตาราง 9 ร้อยละของน้ำหนักคะแนน และคะแนนเต็มของแต่ละองค์ประกอบ.....	71
ตาราง 10 ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนทั้งฉบับ มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน.....	71
ตาราง 11 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้าน ความ ถูกต้องของเนื้อหา และการให้เหตุผล มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน.....	71
ตาราง 12 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้าน การ ใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน .....	72
ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $X_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าทีของ กลุ่มที่ศึกษาเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test).....	77

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย ( $X$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $X_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ .....	78
ตาราง 15 ค่าเฉลี่ย ( $X$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $X_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน .....	88
ตาราง 16 ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังเรียน ...	89
ตาราง 17 ความแตกต่างของจำนวน และร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ .....	90
ตาราง 18 ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 12 คู่ .....	167

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design.....	54
---	----

## สารบัญรูปร่างภาพ

รูปภาพ 1 ตัวอย่างผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน .....	164
รูปภาพ 2 ตัวอย่างผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ต่อ).....	165

## บทที่ 1

### บทนำ

ความรู้และวิทยาการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งยังมีส่วนในการพัฒนาการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นความคาดหวังของสังคมที่จะช่วยพัฒนาและปลูกฝังให้พลเมืองของประเทศมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้เป็นสากลและสอดคล้องกับบริบททางสังคม เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างมีศักยภาพ เชื่อมโยงองค์ความรู้ได้หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) และเพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นทักษะการคิดขั้นสูง พหุปัญญา เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญคือทักษะการสื่อสาร (Metusalem, Belenky, & DiCerbo, 2017) ประเทศไทยได้กำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ความสามารถในการสื่อสารจึงเป็นสมรรถนะสำคัญที่ผู้เรียนพึงมี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีจุดเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ไปสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Kulgemeyer & Scheker (2013) ที่ระบุว่า การมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในหลายประเทศ เพราะทำให้ประชาชนเข้าใจองค์ความรู้และมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามนิยามของศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) คือ กระบวนการหรือทักษะของผู้ส่งสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการพูดหรือการเขียน แต่จากผลการรายงานของ AAAS ในปีพุทธศักราช 2557 ระบุว่าช่องทางในการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม การบริโภคข่าวสารของผู้คนมากที่สุด คือ การสื่อสารผ่านงานเขียนทางเว็บไซต์ บล็อก และสื่อออนไลน์ รูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากเข้าถึงได้ง่าย รวดเร็ว และอำนวยความสะดวกในการเผยแพร่ผลงานหรือข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งกับตัวผู้สื่อสารและผู้รับสาร (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2018) การสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณชนจึงอาจแสดงได้ในรูปแบบของงานเขียน (Dennison, 2010) ซึ่งเป็นการสื่อสารความรู้ ความคิด ทศนคติเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นสื่อกลางที่สามารถเผยแพร่ได้อย่างกว้างขวาง (อรทัย ลีลาพจนานพร, 2552; รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ, 2557) ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ระบุว่า การเขียนเป็นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่คุณเขียนสามารถถ่ายทอดเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสาร ซึ่งการเขียนเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามผู้ที่เป็นตัวแทนในการเขียนสื่อสารข่าวสารทางวิทยาศาสตร์หรือสื่อมวลชนมักไม่ได้ อยู่ในแวดวงวิทยาศาสตร์หรือมีความรู้ ความเชี่ยวชาญไม่มากพอทำให้การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อาจถูกถ่ายทอดไปไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน ส่งผลให้ผู้รับสารได้รับข้อมูลที่บิดเบือนหรือทำให้มีความเข้าใจที่ผิดพลาดต่อเรื่องดังกล่าว จึงเป็นหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมิตักษะในการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเองให้ถูกต้อง (AAAS, 2018) และจากผลการวิจัยของ ธนกร อรรถานาววัฒน์ (2558) ที่พัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดและการเขียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ โดยผู้เรียนยังไม่แม่นยำเนื้อหา สืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำ ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันได้ จากปัญหาข้างต้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้สอนในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนได้อย่างถูกต้องและกว้างขวางเพื่อเป็นผู้สื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพแก่สังคม

จากความสำคัญและปัญหาของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางจากเอกสารและงานวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบข้อเสนอแนะจากงานวิจัยของ Kulgemeyer (2018) ที่ศึกษาอิทธิพลของความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ในงานวิจัยข้างต้นให้ข้อเสนอแนะว่า ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างโอกาสในการถ่ายทอดความรู้และแลกเปลี่ยนความเห็น เพราะเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Metusalem, Belenky, & DiCerbo (2017) ยังได้แนะนำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนสื่อสาร ได้แก่ กิจกรรมการฝึกเขียนสรุปความหรือการเขียนบทความ การสร้างโอกาสในการเขียนร่วมกันผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการตรวจทานชิ้นงานโดยเพื่อน (peer review) ซึ่งจะช่วยเพิ่มทักษะในการเขียนทั้งสำหรับผู้วิจารณ์และผู้ได้รับคำแนะนำ และนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative learning) เป็นแนวคิดหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเปลี่ยนรู้ระหว่างผู้เรียน เพื่อสร้างโอกาสในการพัฒนาทักษะการสื่อสารได้ เนื่องจากการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย แต่ละคนรับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่มในการแสวงหาคำตอบหรือสร้างผลงานที่มีความหมาย (Panitz, 1999; Heese, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin, 2015; ทิศนา ขัมมณี, 2559) นักการศึกษาทางภาษาศาสตร์จึงได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการเขียนของผู้เรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา โดยมักพบในรายวิชาการเขียนภาษาอังกฤษ และการเขียนเชิงวิชาการ Storch (2005) ระบุว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Writing) เป็นการเขียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมกันเขียนและปรับแก้ชิ้นงานด้วยกัน ซึ่งช่วยลดความกังวลและเพิ่มประสิทธิภาพของผลงานได้ในขณะที่ Hansen & Lui (2005) ระบุว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังรายคู่และการแก้ชิ้นงานร่วมกันจะนำไปสู่ผลงานที่มีความหมายมากขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gousseva-Goodwin (2000) และ Storch (2005) ที่พบว่างานเขียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของผู้เรียนมี



คะแนนสูงกว่างานเขียนรายบุคคล และมีแนวโน้มว่าผลงานเขียนมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์มากกว่า เพราะมีกระบวนการที่ผู้เรียนได้ตรวจสอบและสะท้อนข้อคิดเห็นร่วมกัน การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจึงช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการเขียนรายบุคคล นอกจากนี้ Mulligan & Garofalo (2011) ยังได้เสนอแนวคิดและขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นการมอบหมายงานเขียนรายคู่โดยให้ผู้เรียนวางแผนการทำงานร่วมกัน เรียนรู้และพัฒนาทักษะผ่านการสลับบทบาทการเขียนและการปรับปรุงแก้ไขงาน ขั้นตอนดังกล่าวจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ได้มีโอกาสเขียนงานบ่อยครั้ง ฝึกการทบทวนและตรวจทานงานเขียนด้วยตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนเพื่อนำมาปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้น

สิ่งสำคัญในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ คือ การมีความรู้ในเนื้อหาที่ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การอธิบาย ขยายความ บอกเล่าผ่านภาษาของตนเอง การศึกษาการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ จะทำให้นักเรียนเข้าใจกลไกการทำงานของฮอร์โมน ทั้งการออกฤทธิ์ แหล่งผลิตฮอร์โมน ภาวะเป้าหมาย และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานความรู้ในการดูแลตนเองและคนรอบข้าง ระมัดระวังการใช้ชีวิตให้ปราศจากความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนต่าง ๆ กล่าวได้ว่าเป็นความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันในเชิงประจักษ์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีเป้าหมายในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักตั้งคำถาม มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ส่งเสริมให้ผู้สอนนำกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เน้นการสืบสอบ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบสอบ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วงจรการเรียนรู้

5 ขั้นตอน พบว่า สามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Yadigaroglu & Demircioglu, 2012) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความเข้าใจต่อคำศัพท์ทางชีววิทยา (ศุจิภา จาตุรนต์พงศา, 2557; จรรยาธิษั กุลพ่วง และคณะ, 2559) นอกจากนี้ Jensen (2008) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่า ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความมั่นใจในตนเอง และเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียน

จากความสำคัญของปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญจำเป็นและควรพัฒนาให้แก่ผู้เรียน การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังเป็นรูปแบบหรือวิธีการสอนเขียนที่ช่วยพัฒนาทักษะการเขียนได้ และไม่พบว่ามีนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

### **คำถามการวิจัย**

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
2. หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์แตกต่างจากก่อนเรียนหรือไม่

### **วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

## สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน สามารถพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Yadigaroglu & Demircioglu, 2012) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความเข้าใจต่อคำศัพท์ทางชีววิทยา (ศุจิภา จาตุรนต์พงศา, 2557; จรรยารักษ์ กุลพวง และคณะ, 2559) นอกจากนี้ เมื่อผนวกกับการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่าช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความมั่นใจในตนเอง และเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้ร่วมกันของผู้เรียนได้ (Jensen, 2008)

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเขียน พบว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นการมอบหมายงานเขียนแบบร่วมมือกันและการแก้ไขโดยเพื่อน อาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะทางสังคมซึ่งช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ส่งผลดีต่ออารมณ์ของผู้เรียน เพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ลดความวิตกกังวลที่เกิดจากการทำงานตามลำพัง และเพิ่มความมั่นใจในตนเอง (Johnson & Johnson, 1998; Raimes, 1998; Reid & Powers, 1993; Rollinson, 2005) นอกจากนี้ Reid (1993) ยังเสนอแนะว่าการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ความกล้าเสี่ยงและความอดทน วิธีการสอนเขียนดังกล่าวจึงเป็นวิธีที่ช่วยฝึกฝนและพัฒนาให้ผู้เรียนที่มีความสามารถตั้งแต่ระดับพื้นฐานให้มีความสามารถทางการเขียนที่ดีขึ้นได้

จากแนวคิดและผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบรวมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบรวมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษา เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อและพฤติกรรมของสัตว์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ชนิดของฮอร์โมน ต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมอง

3.2 ต่อมไร้ท่อที่ถูกควบคุมด้วยระบบประสาท

3.3 ต่อมไร้ท่อที่เป็นอิสระจากต่อมใต้สมอง และการรักษาคุณภาพของร่างกาย

3.4 พฤติกรรมของสัตว์

4. ระยะเวลาในการทำวิจัย ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ จำนวน 15 คาบ คาบละ 50 นาที ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 (เดือนสิงหาคม 2562 - เดือนกันยายน 2562) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งหมด

## คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การจัดการเรียน การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งคำถาม แสวงหาคำตอบโดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ และขยายความรู้ผ่านการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีขั้นตอนการจัด การเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยด้วยข่าวหรือบทความวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน และตรวจสอบความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้เดิมในการสร้างแนวคิดใหม่ ตรวจสอบประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา จากนั้นวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือคำตอบที่เพียงพอต่อการสร้างคำอธิบาย

ขั้นที่ 3 การสร้างคำอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหรือสรุปความเข้าใจ โนทัศน์จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้ผ่านการเขียน การนำเสนอ และการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความคิดให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้น ผ่านการสร้างผลงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแทรกในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง

2. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การเขียนรายคู่ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการวางแผนการทำงาน แลกเปลี่ยนความเห็น สลับบทบาทการเขียน และปรับแก้ใจงานร่วมกัน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ผู้สอนอธิบายหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ลักษณะของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียน

2.2 ผู้เรียนจับคู่กันตามความสมัครใจ โดยกำหนดบทบาทให้เป็น A และ B โดย A เป็นผู้เริ่มร่างงานเขียนครั้งที่ 1 ส่วน B ทำการตรวจสอบและปรับแก้ไข จากนั้นผู้สอนนำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการเขียนขยายความรู้จำนวน 3 หัวข้อ ให้แต่ละคู่เลือก 1 หัวข้อที่สนใจศึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการดำเนินการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางโครงร่างการเขียน

2.3 ผู้เรียนร่างประเด็นที่ใช้เป็นโครงร่างการเขียน จากนั้นให้ผู้สอนตรวจสอบและให้คำแนะนำก่อนเริ่มเขียนร่างฉบับแรก

2.4 ผู้เรียน A เป็นผู้เขียนร่างฉบับแรกก่อน จากนั้นส่งให้ผู้เรียน B เป็นผู้ตรวจสอบ แก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความใหม่ด้วยปากกาสี จากนั้นส่งให้ผู้สอนตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ

2.5 ผู้เรียน B นำข้อเสนอแนะจากผู้สอนมาเขียนงานฉบับสมบูรณ์ ส่วนผู้เรียน A เป็นผู้ตรวจสอบอีกครั้งก่อนส่ง

3. ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียน ประเมินด้วยแบบวัดและแบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีองค์ประกอบ 5 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีประเด็นในการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

1. การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.3 ความสำคัญของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.4 ความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
  - 1.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
  - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
  - 2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
  - 2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ
3. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
  - 3.1 ความสำคัญและความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
  - 3.2 ขั้นตอนของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวคิดการวิจัย

## 1. การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science Communication Writing)

### 1.1 ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

การมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในหลายประเทศ เพราะการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญกับทั้งนักวิทยาศาสตร์และประชาชน เพื่อที่จะทำให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทางสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kulgemeyer & Scheker, 2013)

Davies & Horst (2016) ระบุว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อสวัสดิภาพของบุคคลองค์กร และประเทศชาติ เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายในการนำเสนอความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกและเปลี่ยนแปลงชีวิตไปในทางที่ดีขึ้น ความรู้เหล่านี้จึงควรได้รับการถ่ายทอดไปยังผู้รับสารที่มีศักยภาพในการนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ รวมถึงความรู้พื้นฐานที่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันเพื่อให้พลเมืองมีความรู้ความเข้าใจในชีวิตและสถานการณ์โลกปัจจุบัน และสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้เพื่อมีส่วนร่วมในการอภิปรายในสังคม และสามารถตัดสินใจภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้การสื่อสารวิทยาศาสตร์ยังช่วยส่งเสริมให้ประชาชนรู้เท่าทันเทคโนโลยี มีวิธีคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ ลดข้อพิพาททางสังคม ยกระดับคุณภาพสังคม จุดประกายจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยพัฒนาประเทศชาติให้มีความเจริญก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืน (จุมพล เหมะศิริรินทร์, 2552)

ผู้เรียนต้องมีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต มีทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ดีเพื่อการติดต่อสื่อสารกับเครือข่ายที่หลากหลายรูปแบบ สามารถสืบเสาะข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพและสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี (ประสาธต์ เนื่องเฉลิม, 2557) การศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญในการเตรียมคนให้พร้อมใช้ความรู้ และพร้อมเรียนรู้ เผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้ จึงต้องมีทักษะสูงทั้งในการเรียนรู้และการปรับตัว โดยเฉพาะคนที่มีทักษะในการสื่อสารเพื่อเลือกเสพ



ข้อมูลที่ส่วนมากมักเป็นข้อมูลทฤษฎีหรืออติยภูมิอย่างมีวิจารณ์ญาณ ยึดหลักการเข้าถึงความรู้ความจริงที่ผ่านประสบการณ์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ วิจารณ์ และสืบเสาะความรู้ความจริง สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและนำไปสู่การขับเคลื่อนความก้าวหน้าของประเทศชาติ

เพื่อสอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นทักษะการคิดขั้นสูง พหุปัญญา เทคโนโลยีและมัลติมีเดีย ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญคือทักษะการสื่อสาร (Metusalem, Belenky, & DiCerbo, 2017) สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ที่ได้กำหนดให้การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ เนื่องจากเป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเผยแพร่และเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่คนทั่วไปในสังคม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และพัฒนาให้เยาวชนสามารถถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

ดังนั้นความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงเป็นสมรรถนะที่สำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาและผนวกรวมไปกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน เพราะเป็นทักษะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารจำนวนมาก ผู้เรียนจึงต้องมีวิจารณ์ญาณในการเลือกเสพข่าวบนพื้นฐานของเหตุและผล รวมทั้งสามารถสื่อสารเพื่อถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

## 1.2 ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์

การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนความคิด หรือความรู้เพื่อการอยู่ร่วมกันในสังคม ทำให้ได้รับรู้ข่าวสารหรือการเปลี่ยนแปลงของสังคม โดยอาศัยกระบวนการสื่อสารที่มี

5 องค์ประกอบ ได้แก่ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร ช่องทางการสื่อสาร และผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (ยุวณูช ทินนะลักษณ์ และจุมพล เหมะศิริรินทร์, 2548; กาญจนา ไชยพันธุ์, 2549)

1) ผู้ส่งสาร (Source) หมายถึง ผู้ถ่ายทอดข้อความรู้ หรือแหล่งต้นตอข่าวสาร อาจเป็นบุคคล หรือหน่วยงานที่ต้องสื่อสารเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน

2) ผู้รับสาร (Audience) หมายถึง บุคคลทั่วไปหรือกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้รับข่าวสารนั้น ๆ ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

3) สาร (Message) หมายถึง เนื้อหาที่ผู้ส่งสารต้องการถ่ายทอด

4) ช่องทางการสื่อสาร (Channel/Media) หมายถึง สื่อกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ อาจเป็นคำพูดโดยตรงหรือผ่านอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ วิทยุ หรือเป็นข้อความผ่าน นิตยสาร วารสาร หนังสือพิมพ์ เป็นต้น

5) ผล (Effect) หมายถึง ผลของการสื่อสารหรือพฤติกรรมที่ผู้รับสารตอบสนอง การสื่อความหมายจึงจะครบวงจร

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ องค์การทางการศึกษาและนักวิชาการให้ความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ไว้หลากหลาย ดังนี้

Kulgemeyer & Scheker (2013) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสนทนาที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผู้เริ่มต้นเรียนรู้หรือระหว่างนักวิทยาศาสตร์สู่สาธารณะ การสื่อสารต้องจัดเตรียมข้อมูลที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้รับสาร และการเลือกใช้คำหรือภาษาที่เข้าใจง่ายแทนที่ศัพท์เทคนิคทางวิทยาศาสตร์

Bowater & Yeoman (2013) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นการอภิปรายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่สาธารณะ เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในข้อเท็จจริงและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

Davies & Horst (2016) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเผยแพร่ความรู้ วิทยาการ กระบวนการสู่สาธารณชน เพื่อให้ประชาชนเกิดการเรียนรู้ และนำข้อมูลไปใช้เพื่อการตัดสินใจ ในชีวิตประจำวัน

จุมพล เหมะคีรีรินทร์ (2552) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดข่าวสาร ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหลักการทางวิทยาศาสตร์สู่สาธารณชนในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และเกิดความตระหนักในความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ทิพย์อนงค์ ธรรมภูมิมังค์ (2554) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ ทางด้านนิเทศศาสตร์ในการอธิบาย สร้างความเข้าใจ หรือจุดประกายแนวคิดจากนักวิทยาศาสตร์สู่ ประชาชน ทำให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้ให้ความหมายของ การสื่อสาร วิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จาก การทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การทดลอง การอ่าน ซึ่งแสดงออกผ่านการพูดหรือ การเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) กล่าวว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือทักษะ ของผู้ส่งสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารโดย การฟังหรือการอ่านผ่านสื่อหรือช่องทางการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการพูดหรือการเขียนที่เหมาะสมต่อผู้รับสาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์

### 1.3 ความสำคัญของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารในวงกว้างและเข้าถึงผู้รับสารได้อย่างรวดเร็ว ผู้คนเสพข้อมูลผ่านการดูโทรทัศน์ ฟังวิทยุ อ่านข่าวออนไลน์ด้วยอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่และผ่านช่องทางที่หลากหลาย โดยผลการรายงานของ AAAS ในปีพุทธศักราช 2557 ระบุว่าช่องทางในการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคข่าวสารของผู้คนมากที่สุดคือการสื่อสารผ่านงานเขียนทางเว็บไซต์ บล็อก และสื่อออนไลน์รูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากเข้าถึงได้ง่าย รวดเร็ว และอำนวยความสะดวกในการเผยแพร่ผลงานหรือข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งกับตัวผู้สื่อสารและผู้รับสาร (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2018)

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านงานเขียนจึงเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณชน โดยมุ่งเน้นบริบทที่สัมพันธ์กับประเด็นทางสังคมไม่จำกัดเฉพาะบริบททางวิทยาศาสตร์เท่านั้น และเปิดโอกาสให้สาธารณชนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนร่วมในการผลิตผลงาน และมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ในชีวิตประจำวัน (Dennison, 2010) อย่างไรก็ตาม ผู้ที่เป็นตัวแทนในการสื่อสารข่าวสารทางวิทยาศาสตร์หรือสื่อมวลชนมักไม่ได้อยู่ในแวดวงวิทยาศาสตร์หรือมีความรู้ ความเชี่ยวชาญไม่มากพอทำให้การสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อาจถูกถ่ายทอดไปไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน ส่งผลให้ผู้รับสารได้รับข้อมูลที่บิดเบือนหรือทำให้มีความเข้าใจที่ผิดพลาดต่อเรื่องดังกล่าว จึงเป็นหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีทักษะในการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเองให้ถูกต้อง (AAAS, 2018)

การเขียนทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อผู้รับสารทั้งในแง่ของการให้ข้อความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการเป็นพลเมืองที่มีคุณค่าต่อสังคม ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ระบุความสำคัญของการเขียนทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายประการ ดังนี้ 1) เพื่อให้ข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ เช่น การเขียนข่าว การเขียนอธิบายความรู้ทางวิชาการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านรับรู้และเข้าใจความจริงเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวอันเป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตและตอบสนองความต้องการเสพข่าวสารความเป็นไปของสังคม 2) เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะที่เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ เช่น งานเขียนในหนังสือพิมพ์และนิตยสารทำหน้าที่ในการอธิบายความโดยคัดเลือกเฉพาะเหตุการณ์ที่ผู้คนสนใจเพื่อให้เกิดความเข้าใจในประเด็นปัญหาทางสังคม 3) เพื่อเป็นสื่อกลางเชื่อมประสานสัมพันธ์ส่วนต่าง ๆ ในสังคม ผู้เขียนเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยมีข้อมูลหลักฐาน และเหตุผลประกอบ เช่น การเขียนวิเคราะห์ข่าว การเขียนวิจารณ์เหตุการณ์ นอกจากนี้งานเขียนยังเป็นตัวแทนในการสะท้อนความคิดเห็นของผู้คน 4) เพื่อช่วยกระตุ้นสังคมให้รู้จักคิดและมีวิจรรณญาณที่ถูกต้อง งานเขียนควรรับผิดชอบต่อสังคมโดยมีส่วนในการกระตุ้นให้ผู้อ่านรู้จักคิดอย่างมีวิจรรณญาณ จูงใจ โน้มน้าวใจให้คล้อยตามจนเกิดการเชื่อหรือปฏิบัติตามสิ่งที่ถูกต้อง 5) เพื่อแก้ไขความเข้าใจผิด ผู้เขียนต้องปรับเปลี่ยนความรู้ ความคิด ความเชื่อ หรือทัศนคติที่ไม่ถูกต้องโดยการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้ผู้อ่านเข้าใจ และสร้างความเชื่อมั่นพร้อมกับเปลี่ยนความเข้าใจผิดให้ถูกต้อง 6) เพื่อสร้างจินตนาการและความเพลิดเพลิน โดยการนำข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเขียนรูปแบบต่าง ๆ เช่น เรื่องสั้น นวนิยาย สารคดีทางวิทยาศาสตร์

การเขียนทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่ง และเป็นสื่อกลางระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับประชาชนผ่านทางบทความวิทยาศาสตร์ หรือข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ และถือเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ควรมีเพื่อสื่อสารความรู้และประชาสัมพันธ์ผลงานสู่สาธารณชน (อรรถย ลีลาพจนานพร, 2552; รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ, 2557; ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) นอกจากนี้ รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ (2557) ยังระบุว่างานเขียนมีบทบาทมากกว่าการพูด เพราะสามารถเผยแพร่เข้าถึงกลุ่มประชาชนได้อย่างครอบคลุม กว้างขวางและบ่อยครั้งกว่า สอดคล้องกับจรัสลักษณ์ จิรวินบูลย์ (2546) และอรรถย ลีลาพจนานพร (2552) ที่ระบุว่างานเขียน คือ การสื่อสารความรู้ ความคิด ทัศนคติ และอารมณ์เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนถึงผู้อ่าน มุ่งให้เกิดความรู้ ความเข้าใจสารเป็นสำคัญ โดยทักษะการเขียนเป็นทักษะการสื่อสารระดับสูงสุดและเป็นส่วนที่ยากที่สุด เพราะต้องถ่ายทอดความคิดความเข้าใจโดยการบรรยายเป็นตัวอักษร ต่างจากการพูดที่ผู้ส่งสารสามารถใช้สีหน้าท่าทางประกอบเพื่อให้ผู้รับสารเข้าใจ ทั้งยังต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวาง พร้อมทั้งสามารถเลือกใช้ถ้อยคำ สำนวนมาเรียบเรียงเป็นภาษาเขียนที่ถูกต้อง

การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อผู้รับสารในแง่ของการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และทำให้ผู้รับสาร สามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อผู้ส่งสารในการเป็นสื่อกลางเผยแพร่ ผลงานทางวิทยาศาสตร์สู่สังคม ทั้งยังเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอด เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557) และเป็นเป้าหมายสำคัญ ในการพัฒนาผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไป ถ่ายทอด แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นผ่านผลงานการเขียนได้อย่างถูกต้อง

#### 1.4 ความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

การศึกษาความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การศึกษาค้นคว้า ความหมายของการเขียน ความหมายของการเขียนเพื่อการสื่อสาร และความหมายของการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเพื่อสรุปเป็นความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย โดยมี รายละเอียด ดังนี้

จรัสลักษณ์ จิรวินบูลย์ (2546) ให้ความหมายของการเขียนไว้ว่า เป็นการถ่ายทอดความคิดหรือ การสื่อสารสิ่งที่ตนคิดไว้ในใจด้วยการเขียนออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรและเป็นประโยคที่สมบูรณ์

อรทัย สีสภาพจนพร (2552) ให้ความหมายของการเขียนไว้ว่า เป็นการสื่อสารความรู้ ความคิด ทัศนคติ และอารมณ์เป็นลายลักษณ์อักษร จากผู้เขียนถึงผู้อ่าน มุ่งให้เกิดความรู้ ความเข้าใจสารเป็น สำคัญ

รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ (2557) ให้ความหมายของการเขียนเพื่อการสื่อสารไว้ว่า เป็นวิธีการสื่อสารที่ สามารถถ่ายทอดเรื่องราวข่าวสารของสถาบัน หน่วยงาน สู่ประชาชนกลุ่มเป้าหมายได้อย่างกว้างขวาง โดยผ่านทางสื่อประเภทต่าง ๆ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ให้ความหมายของการเขียนเพื่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งและผู้ส่งสารสามารถถ่ายทอดเรื่องราว เหตุการณ์ วิธีการ หรือ ความจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสารผ่านการเขียน

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ว่าเป็นการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสารผ่านการเขียน

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในฐานะที่เป็นผู้ส่งสาร นักเรียนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในการถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับโดยจัดกระทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและเหมาะสมกับผู้รับสารที่มีความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน จึงสรุปนิยามความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ได้ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียน โดยจัดกระทำข้อมูลให้ง่ายต่อการเข้าใจ และคำนึงถึงผู้รับสารเป็นสำคัญ

### 1.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

การศึกษาแนวทางการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การศึกษาแนวทางการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ แนวทางการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ และแนวทางการประเมินผลงานการเขียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Bowater & Yeoman (2012) ระบุว่ารูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับวิธีการที่นำไปใช้และจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ตัวอย่าง เช่น การสอบถาม (Questionnaire) การสัมภาษณ์ (Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus group) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) การสอบถาม (Questionnaire) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่สะดวก สามารถเก็บข้อมูลได้มากทั้ง ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ หลักสำคัญในการสร้างแบบสอบถามคือเน้นความสั้นและกระชับ

หลีกเลี่ยงศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ และข้อความไม่คลุมเครือ ประเภทของคำถามอาจเป็นแบบพรีโค้ด (Pre-coded) โดยให้ผู้รับสารทำเครื่องหมายลงในช่องว่างเพื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ หรืออาจใช้คำถามปลายเปิด (Open-ended question) ให้ผู้รับสารแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2) การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถเก็บข้อมูลจากตัวอย่างจริงและผ่านช่องทางอื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ตหรือโทรศัพท์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงลึกกว่าการใช้แบบสอบถาม

3) การสนทนากลุ่ม (Focus group) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเพราะได้ข้อมูลเชิงลึกผ่านการสนทนาร่วมกัน โดยต้องมีผู้เข้าร่วมไม่เกิน 10 คน และเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างทั่วถึง สิ่งสำคัญคือต้องเตรียมข้อมูล ข้อคำถาม และใช้การบันทึกเสียงหรือบันทึกวิดีโอร่วมด้วย

Kulgemeyer & Schecker (2013) ได้พัฒนาโครงสร้างในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยมอบหมายให้นักเรียน (ผู้ส่งสาร) เลือกประเด็นในการสื่อสารผ่านบทสนทนาระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผู้เริ่มต้นเรียนรู้ (expert-novice dialogue method) จากนั้นบันทึกวิดีโอเทปและใช้การสังเกตร่วมกับการวิเคราะห์เนื้อหา จัดกลุ่มองค์ประกอบที่สำคัญ เพื่อสรุปเป็นโมเดลในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) เนื้อหาตามข้อเท็จจริง (Factual content) คือ เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สื่อสารเลือกนำมาใช้ในการสื่อสาร ตัวอย่าง ปรัชญาการณ้กระเจิงของแสงสีขาวออกเป็นแถบสีสเปกตรัม

2) บริบท (Context) คือ การเชื่อมโยงข้อเท็จจริงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่าง ผู้สื่อสารเลือกนำเสนอการกระเจิงของแสงในบริบทเรื่องสายรุ้งได้ ความสำคัญของบริบทคือควรเลือกประเด็นที่ผู้รับสารรู้จักกันอย่างกว้างขวางเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3) รหัส (Code) คือ รูปแบบของภาษาที่ผู้สื่อสารเลือกใช้ในการสื่อสารข้อมูล อาจเลือกใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ หรือเลือกใช้ภาษาทั่วไปในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกเป้าหมายสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



4) รูปแบบของตัวแทนความคิด (Representation form) คือ รูปแบบของตัวแทนความคิดแบบต่าง ๆ ที่ผู้ส่งสารเลือกใช้ประกอบการสื่อสาร ตัวอย่าง การใช้ภาพกราฟิกนำเสนอการกระเจิงของแสง

Tsabari & Lewenstein (2013) ได้พัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้เป็นองค์ประกอบในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ความชัดเจน เนื้อหา การจัดเรียง ความรู้ ลีลา การเทียบเคียง การบรรยาย และการเสวนา และวิเคราะห์ผลของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจากการใช้แบบวัดที่เป็นข้อคำถามปลายเปิดเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเขียนผ่านการตอบคำถามของนิสิตระดับอุดมศึกษา โดยให้รายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังนี้

#### 1) ความชัดเจน (Clarify) พิจารณาใน 3 ประเด็น ได้แก่

(1) การเลือกใช้ภาษาที่เหมาะสม ประเมินทั้งการใช้มนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป (Science concept familiarity index) ซึ่งเป็นศัพท์วิทยาศาสตร์ที่บุคคลทั่วไปคุ้นเคยหรือเข้าใจได้ เช่น ไวร้ส เอกภพ อะตอม เซลล์ ดีเอ็นเอ แรงโน้มถ่วง ธาตุ เป็นต้น และ ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Jargon index) ซึ่งเป็นศัพท์ที่บุคคลทั่วไปอาจไม่คุ้นเคย ต้องอาศัยความรู้ในเชิงลึกหรือความรู้เฉพาะสาขาวิชา จึงต้องการคำอธิบายหรือขยายความเพิ่มเติมให้เข้าใจได้ตรงกัน เช่น สนามแม่เหล็ก พลังงานศักย์ โพลีเมอร์ ไอโซโทป ควอนตัม ยาปฏิชีวนะ เป็นต้น

#### (2) ความอ่านง่าย

(3) การอธิบายคำศัพท์ คือการอธิบายหรือยกตัวอย่างเปรียบเทียบคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

2) เนื้อหา (Content) พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาใน 4 ประเด็น ได้แก่ การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

3) การจัดเรียงความรู้ (Knowledge organization) พิจารณาจากการวางกรอบแนวคำตอบ (Framing) และ คำอธิบายที่เอื้อต่อการเข้าใจ (Scaffolding explanation)

4) สลีลา (Style) มุมมองของความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจากลีลาการเขียนที่น่าติดตาม น่าสนใจ มีอารมณ์ขัน สร้างอารมณ์ร่วมกับผู้อ่าน

5) การเทียบเคียง (Analogical approach) พิจารณา 2 ประเด็น ได้แก่

5.1) การเทียบเคียง (Analogy) คือการสร้างความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบระหว่างเหตุการณ์ อาจเป็นสถานการณ์ที่ผู้รับสารคุ้นเคย หรือเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ใหม่

5.2) การอุปโลกน์ (Metaphor) คือการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น เพื่อให้ผู้รับสารเข้าใจได้ง่ายขึ้น

6) การบรรยาย (Narrative approach) พิจารณาจากการเล่าเรื่องที่เหมาะสม เช่น ยกตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวันมาประกอบการบรรยาย หรือเล่าเรื่องผ่านตัวละคร ผ่านความขัดแย้ง หรือแสดงแนวทางแก้ปัญหา

7) การเสวนา (Dialogic approach) คือการยอมรับและเคารพมุมมองของผู้อื่น พิจารณาใน 3 ประเด็น ดังนี้

7.1) การอ้างอิงข้อมูลจากหลากหลายมุมมอง (References to multiple worldviews)

7.2) การเคารพมุมมองของผู้อื่น (Respect for other worldviews)

7.3) การโต้แย้ง (Argumentation) ประกอบด้วยคำกล่าวอ้างและเหตุผลสนับสนุน

ในงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์ทั้ง 7 องค์ประกอบมาใช้ในการประเมินผลงานการเขียนของ นิสิตระดับอุดมศึกษา โดยสร้างข้อคำถามที่จำแนกระดับความสามารถได้ 3 ระดับ ดังนี้ คำถามระดับพื้นฐาน (Basic Level) ประเมิน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความชัดเจน เนื้อหา การจัดเรียงความรู้ คำถามระดับปานกลาง (Intermediated Level) เพิ่มการประเมินอีก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ลีลา การเทียบเคียง และการบรรยาย คำถามระดับสูง (Advanced Level) เพิ่มการประเมิน ด้านการเสวนา หลังจากนั้นนำผลงานของนิสิตมาจัดกลุ่มคำตอบเพื่อนำเสนอรายละเอียด และตัวอย่างการประเมินงานเขียนในแต่ละองค์ประกอบ

ตัวอย่างแบบวัดที่ใช้ข้อความปลายเปิด เพื่อพิจารณาและวิเคราะห์การเขียนผ่านการตอบคำถาม มีดังนี้

1. คำถามระดับพื้นฐาน มีวัตถุประสงค์ให้นิสิตรระบุศัพท์เทคนิคและตระหนักถึงระดับความรู้เบื้องต้นของผู้รับสาร

ในความคิดเห็นของคุณ, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดที่ควรนิยามให้ชัดเจนเมื่อต้องเขียนเพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะ ไมโทคอนเดรีย มุม คอวนตัม ไมโอซิส สสารมืด โพลีเมอร์ ไอโซโทป พลังงานจลน์ ความหนาแน่น ดีเอ็นเอ เซลล์ แบบจำลองพื้นฐาน

2. คำถามระดับพื้นฐานถึงระดับปานกลาง มีวัตถุประสงค์ให้นิสิตอธิบายงานวิจัย

อธิบายงานวิจัยของคุณ ทั้งด้านบริบทและการประยุกต์ไปสู่สาธารณะโดยใช้ 150-200 คำ (สามารถเลือกโครงการที่กำลังอยู่ในการดำเนินการหรือเป็นงานวิจัยที่ทำเสร็จสิ้นแล้วก็ได้)

3. คำถามระดับพื้นฐานถึงระดับปานกลาง มีวัตถุประสงค์ให้นิสิตตอบคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

จินตนาการว่าคุณกำลังพูดคุยกับสมาชิกในครอบครัวซึ่งไม่มีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากนัก พวกเขาถามคุณเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เลือก 1 คำถามและตอบคำถามไม่เกิน 75-150 คำ

- 1) ทำไมแพทย์จึงไม่จ่ายยาปฏิชีวนะให้เมื่อเป็นไข้หวัดใหญ่
- 2) ถ้าไม่มีออกซิเจนในอวกาศ เหตุใดดวงอาทิตย์จึงลุกไหม้
- 3) เหตุใดจึงไม่สามารถใช้โลหะกับไมโครเวฟ
- 4) อินเทอร์เน็ตคืออะไรและทำงานอย่างไร
- 5) เหตุใดเชื้อสืขาวจึงโปร่งแสงเมื่อเปียกน้ำ
- 6) ตำรวจมีวิธีการอย่างไรในการระบุตัวคนร้ายด้วย DNA

7) เหตุใดคุณปู่ผู้ที่สูบบุหรี่วันละมวนทุกวันยังคงมีชีวิตอยู่จนกระทั่งอายุ 91 ปี ในขณะที่คุณหมอมองเขาซึ่งทานมังสวิรัตและไม่เคยสูบบุหรี่จึงเสียชีวิตจากโรคมะเร็ง

4. คำถามระดับพื้นฐานถึงระดับสูง มีวัตถุประสงค์ให้ผลิตตอบคำถามเกี่ยวกับบทบาทของวิทยาศาสตร์ในสังคม

เลือก 1 คำถามและตอบภายใต้ 100-200 คำ

- 1) เหตุใดคุณจึงเชื่อว่ามนุษย์มีวิวัฒนาการมาจากลิง ทั้งที่คัมภีร์ไบเบิลกล่าวว่าพระเจ้าเป็นผู้สร้าง
- 2) เหตุใดคุณจึงเชื่อว่าเอกภพกำเนิดมาแล้วว่า 13 พันล้านปี ทั้งที่ในคัมภีร์ไบเบิลกล่าวว่าพระเจ้าเพิ่งสร้างมันเมื่อ 6,000 ปีก่อน
- 3) มนุษย์จำเป็นต้องมีส่วนในการรับผิดชอบต่อภาวะโลกร้อนหรือไม่ แล้วเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงคิดเช่นนั้น
- 4) การปรับปรุงพันธุ์พืชมีความปลอดภัยหรือไม่ เหตุใดฝั่งยุโรปจึงไม่ทำ แต่อเมริกาทำ
- 5) เหตุใดเราจึงต้องเสียเงินไปกับเครื่องบินเจ็ทเพื่อเดินทางไปสู่ดาวอังคาร ในขณะที่ยังมีประชาชนที่อดอยากมากมายบนโลก

AAAS (2018) ระบุหลักการพื้นฐาน 3 ประการที่ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายในการทำให้ผู้อ่านเข้าถึงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เป้าหมาย (goal) ผู้รับสาร (audience) และสาร (message) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เป้าหมาย (goal) ผู้เขียนต้องตั้งเป้าหมายในการสื่อสารว่ามีวัตถุประสงค์ในการเขียนเพื่ออะไร เช่น เพื่อให้ความรู้ เพื่อเผยแพร่ผลการวิจัยที่ค้นพบ เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด เพื่อโน้มน้าวผู้อ่าน เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจบางประการ เป็นต้น เป้าหมายในการเขียนเป็นสิ่งที่จะช่วยในการกำหนดรูปแบบงานเขียน

2) ผู้รับสาร (audience) ผู้เขียนต้องเลือกกลุ่มเป้าหมายในการสื่อสารซึ่งจะช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการสื่อสารครั้งนั้นได้ดียิ่งขึ้น เช่น กลุ่มเป้าหมายคือลูกค้าของธุรกิจ สอดคล้องกับเป้าหมาย การเขียนที่ต้องการให้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ เป็นต้น การกำหนดกลุ่มผู้รับสารจะช่วยให้การสื่อสารประสบความสำเร็จได้โดยพิจารณาความต้องการ และประสบการณ์เดิมของผู้รับสาร ตั้งคำถามเบื้องต้นว่า ผู้รับสารจะสนใจสิ่งใดในหัวข้อที่ผู้เขียนนำเสนอ สิ่งใดที่สอดคล้องหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของพวกเขา และคำถามแบบใดที่ผู้รับสารน่าจะสงสัย

3) สาร (message) เนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์และเต็มไปด้วยศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นสิ่งขัดขวางความเข้าใจของผู้อ่าน หากเลือกใช้ในงานเขียนได้ไม่เหมาะสม ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (jargon) เป็นสิ่งสำคัญเมื่อเขียนงานทางวิชาการ บทความวิจัย ในการทำงานตามสายอาชีพหรือในแวดวงนักวิทยาศาสตร์ แต่หากใช้กับผู้ฟังโดยทั่วไปอาจกลายเป็นกำแพงทางภาษาได้ เทคนิคการนำเสนอสารที่เป็นงานเขียนทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

(1) เริ่มต้นด้วยประเด็นสำคัญหรือผลการค้นพบเพื่อดึงดูดใจผู้อ่านโดยเลือกสาระสำคัญ 3 ประการ โดยพิจารณาจากสิ่งที่ผู้อ่านต้องการ อาจเป็น 3 สิ่งที่สำคัญจากงานวิจัย ผลสรุปที่ได้ หรือปัญหาที่ทำให้เรื่องนี้น่าสนใจ หรือการนำไปใช้ที่มีประสิทธิภาพ

(2) จากนั้นให้รายละเอียดสนับสนุน หรือหลักฐานจากการค้นคว้าวิจัย

(3) หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (jargon) และเลือกใช้ภาษาให้เหมาะสมกับผู้รับสาร

จากการพิจารณาแนวทางการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปวิธีการประเมินได้ 4 รูปแบบ ดังนี้

- 1) การสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ข้อคำถามกึ่งโครงสร้าง เทปบันทึกเสียง หรือเทปบันทึกภาพ
- 3) การสังเกต โดยใช้แบบสังเกตร่วมกับการบันทึกภาพ
- 4) การประเมินผลงาน โดยใช้แบบประเมินผลงานการเขียนหรือแบบวัดที่เป็นข้อสอบอัตนัย

การประเมินผลงานด้านการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ พบว่าต้องคำนึงถึงหลักการพื้นฐาน 3 ประการ (AAAS, 2018) ดังนี้

1) เป้าหมาย คือ วัตถุประสงค์ในการเขียน เช่น เขียนเพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือ เขียนเพื่อโน้มน้าวผู้อ่าน เป็นต้น

2) ผู้รับสาร คือ กลุ่มเป้าหมายที่ต้องการสื่อสาร เพื่อพิจารณาถึงความต้องการและประสบการณ์เดิมของผู้รับสารและทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) สาร คือ ข้อความหรือเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสื่อสารสู่ผู้รับสาร

ครูสามารถประเมินผลงานของนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักไวยากรณ์ จุดมุ่งหมายสำคัญ ความมีคุณค่า การลำดับเนื้อหา ความเป็นเอกภาพ (ชะอุม ไซติทอง, 2549 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2557)

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2552) อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2557) ได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินทักษะการเขียนของผู้เรียนไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ระดับการเขียนและเกณฑ์การประเมิน

ระดับการเขียน	เกณฑ์
1	เขียนได้ถูกต้อง ลำดับเหตุการณ์ตามที่นึกคิด แต่แสดงความคิดเห็นยังไม่ชัดเจน และไม่สมบูรณ์
2	เขียนได้ถูกต้อง ลำดับเหตุการณ์ตามที่นึกคิด แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน สมบูรณ์ปานกลาง
3	เขียนได้ถูกต้อง ลำดับเหตุการณ์ตามที่นึกคิด แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน สมบูรณ์

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะการเขียนได้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) เนื้อหาและภาษา 2) การลำดับเนื้อหา และ 3) การแสดงความคิดเห็น

กมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2559) ระบุว่าในการประเมินผลงานการเขียนเป็นการให้ระดับคะแนน โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubrics) ที่กำหนดล่วงหน้าตามหัวข้อการประเมิน และได้ แสดงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมสำหรับประเมินการเขียนเรียงความ ดังนี้

ตาราง 2 ระดับคุณภาพและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียนเรียงความ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์
ดี	มีข้อมูลสนับสนุนความคิดที่นำเสนอจำนวนมาก วางลำดับเนื้อหาได้อย่างมีเหตุผล ทำให้การนำเสนอเนื้อหา มีความสมบูรณ์ ใช้คำและภาษาที่มีประสิทธิภาพ น่าสนใจ ตรงกับคนอ่าน เขียนได้ตามหลักการเขียนเรียงความอย่างสม่ำเสมอ
ผ่าน	มีข้อมูลสนับสนุนความคิดที่นำเสนออย่างพอเพียง วางลำดับเนื้อหาได้อย่างมีเหตุผล การนำเสนอเนื้อหา มีบกพร่องเล็กน้อย ใช้คำและภาษาที่มีประสิทธิภาพ ตรงกับคนอ่าน เขียนได้ตามหลักการเขียนเรียงความ
ควรปรับปรุง	มีข้อมูลสนับสนุนความคิด แต่อาจไม่ตรงกับประเด็นที่เขียน วางลำดับเนื้อหาได้ยังไม่ค่อยสมเหตุสมผล การนำเสนอเนื้อหาขาดความสมบูรณ์ การใช้คำและภาษาบกพร่องบ้าง และไม่ค่อยตรงกับคนอ่าน เขียนได้ตามหลักการเขียนเรียงความเล็กน้อย
ไม่ผ่าน	มีข้อมูลสนับสนุนความคิดเพียงเล็กน้อย ขาดความคงเส้นคงวา วางลำดับเนื้อหาไม่สัมพันธ์กัน การใช้คำและภาษาบกพร่อง และไม่ค่อยตรงกับคนอ่าน ไม่ได้เขียนตามหลักการเขียนเรียงความ

จากตาราง 2 สามารถสรุปองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินการเขียนได้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) เนื้อหา คือ การมีข้อมูลสนับสนุนความคิดที่นำเสนอ
- 2) การลำดับเนื้อหา คือ การลำดับเนื้อหาได้อย่างมีเหตุผล ทำให้การนำเสนอ มีความสมบูรณ์

3) การใช้ภาษา คือ การใช้คำและภาษาที่ถูกต้อง น่าสนใจ และเหมาะสมกับผู้อ่าน

4) หลักการเขียน คือ การเขียนได้ตรงตามหลักการงานเขียนแต่ละประเภท

ทั้งนี้ในการประเมินสารที่เป็นสื่อกลางในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่สาธารณะ จึงวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของ Kulgemeyer & Schecker (2013) และองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของ Tsabari & Lewenstein (2013) ร่วมกับองค์ประกอบในการประเมินทักษะการเขียนของ สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2552) และกมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2559) ได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมิน	Kulgemeyer & Schecker (2013)	Tsabari & Lewenstein (2013)	สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2552)	กมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2559)
การใช้ภาษา	รหัส	ความชัดเจนของภาษา	ภาษา	การใช้ภาษา
ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา
การเรียบเรียงเนื้อหา	-	การจัดเรียงความรู้	การลำดับเนื้อหา	การลำดับเนื้อหา
ตัวแทนความคิด	ตัวแทนความคิด	-	-	-
ลีลา	-	ลีลา	-	-
การเทียบเคียง	บริบท	การเทียบเคียง การบรรยาย	-	-
การให้เหตุผล	-	การเสวนา	การแสดง ความคิดเห็น	-
หลักการเขียน	-	-	-	หลักการเขียน



จากการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ พบว่าองค์ประกอบในด้านความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง เป็นองค์ประกอบที่สะท้อนถึงความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และได้ตัดองค์ประกอบด้านลีลาและหลักการเขียนออกไป เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่มีความเฉพาะด้านในทางภาษาศาสตร์ จึงสามารถสรุปองค์ประกอบที่ใช้ในงานวิจัยได้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) ความถูกต้องของเนื้อหา พิจารณาจาก การระบุเนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
- 2) การให้เหตุผล พิจารณาจาก การให้เหตุผลสนับสนุนในงานเขียน และอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ
- 3) การใช้ภาษา พิจารณาจาก เขียนสื่อความได้ชัดเจน การใช้ภาษาที่ง่าย และถูกต้องตามหลักภาษา หากมีการระบุคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ ต้องขยายความคำศัพท์หรืออธิบายได้ถูกต้อง
- 4) การเรียบเรียงเนื้อหา พิจารณาจาก การเรียบเรียงเนื้อหาอย่างเป็นลำดับ ใจความสัมพันธ์กัน
- 5) การเทียบเคียง พิจารณาจาก การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือ การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

### 1.6 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

Bowater & Yeoman (2012) ได้ระบุแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ไว้ว่าต้องมีความชัดเจน อ่านง่าย มีการวางลำดับเนื้อหาที่ดี และมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการสื่อสารที่ชัดเจน เช่น เขียนรายงาน เขียนงานวิจัยเชิงวิชาการ หรือเขียนบทความทั่วไป โดยสามารถสรุปลักษณะการเขียนเพื่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ดีได้ดังนี้

- 1) เขียนด้วยประโยคที่สั้น กระชับ กะทัดรัด แต่ได้ใจความสำคัญ
- 2) หลีกเลี่ยงการใช้คำฟุ่มเฟือย

3) ใช้คำศัพท์ทั่วไปแทนคำศัพท์เทคนิคหรือคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรืออธิบายคำศัพท์เพิ่มเติม พร้อมยกตัวอย่างประกอบให้เข้าใจ

4) ระวังการใช้สรรพนามในงานเขียน

5) อ่านเพื่อทบทวนงานเขียนของตนเอง เพื่อหาข้อผิดพลาดที่ต้องปรับแก้ไขเพื่อให้งานเขียนสมบูรณ์

Metusalem, Belenky, & DiCerbo (2017) ได้กล่าวถึง การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารสำหรับครู โดยในการสอนทุกสาขาวิชาและทุกระดับควรมีการสอนทักษะการสื่อสารผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งการอ่าน การเขียน การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียน โดยบูรณาการการสื่อสารเข้ากับเนื้อหาในหลักสูตร เน้นรูปแบบการสื่อสารที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมที่เหมาะสมในการผนวกทักษะการสื่อสารควรเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนเข้าถึงได้ เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายนอกห้องเรียน โดยแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) การฝึกเขียนสรุปความ หรือการเขียนบทความ

2) การเปิดโอกาสในการเขียนร่วมกันผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3) ตั้งเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเขียน

4) การตรวจทานชิ้นงานโดยเพื่อน (peer review) เป็นการทบทวนการเขียนที่ช่วยเพิ่มทักษะในการเขียนทั้งสำหรับผู้วิจารณ์และผู้ได้รับคำแนะนำ ข้อดีสำหรับการทบทวนงานเขียนคือนักเรียนจะได้รับคำแนะนำจากเพื่อนที่หลากหลายซึ่งช่วยลดความเสี่ยงที่นักเรียนจะได้รับการแนะนำจากเพื่อนที่มีทักษะน้อยกว่าตนเพียงอย่างเดียว และช่วยสะท้อนให้เห็นข้อบกพร่องของงาน นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น

นอกเหนือไปจากการเขียนบทความหรือความเรียงในชั้นเรียน การสื่อสารสามารถสร้างให้เกิดขึ้นในรูปแบบอื่น ๆ ได้อีก เช่น การส่งอีเมล การส่งข้อความ ซึ่งครูสามารถใช้สื่อออนไลน์ เช่น กระดานสนทนา เพื่อพัฒนาการเขียนของนักเรียนผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ซึ่งได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกทักษะการสื่อสาร โดยประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่าง ๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่วิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาที ก่อนที่จะมีการสอนตามปกติก็ได้

2) การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนามในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์ นักเรียนควรจะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้สัตว์ป่าเหล่านั้นหรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะสามารถเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย และอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

3) การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่ นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่น ๆ ควรกำหนดให้มีการจัดแสดงผลงานให้นักเรียนได้ฝึกการคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควรมีข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรมีทั้งการเสนอด้วยวาจาและผลงาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้แก่ การมอบหมายงานเขียนให้ผู้เรียนจดบันทึก สรุปความ หรือเขียนบทความโดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับชีวิตประจำวัน และสร้างโอกาสในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้รับคำแนะนำจากเพื่อนและผู้สอน เพื่อนำไปปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการเขียนบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับบทเรียนทางชีววิทยาและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน โดยเขียนงานร่วมกันผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ และมีกระบวนการตรวจทานผลงานโดยเพื่อนและผู้สอน

## 2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Instruction)

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบสามารถนำเสนอได้ 4 ประเด็น ได้แก่ ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.1 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

การสืบสอบเป็นแนวคิดในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือค้นคว้าหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ดังปรากฏในมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ระบุว่า การสืบสอบมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการสืบสอบเริ่มจากการตั้งคำถาม สืบสวนตรวจสอบ สร้างคำอธิบาย และสื่อความหมายข้อมูล ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ จากการเรียนรู้แบบสืบสอบ เช่น การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล และการทดลอง เป็นต้น (National Research Council (NRC), 1996) สอดคล้องกับทฤษฎีสรรมนิยม (Constructivism) ที่เชื่อว่าการสร้างความรู้เกิดจากการเรียนรู้เชิงรุก โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมให้ครูนำกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เน้นการสืบสอบ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบสอบ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบมีข้อดีในการให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้ ได้พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

(พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548) เป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับความเข้าใจมนทัศน์ของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนสูงขึ้น (Patrick et al., 2009) ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในการเป็นเครื่องมือเพื่อเข้าถึงความรู้ ส่งเสริมคุณลักษณะความเป็นนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ของตนเองและเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาธ นื่องเฉลิม, 2557) อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามที่ปรากฏในหลักสูตร

## 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ พบว่าองค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษามีการใช้คำเรียกที่แตกต่างกันทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยให้นิยามไว้ดังนี้

National Research Council (NRC) (1996) ระบุว่า การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาโลกธรรมชาติและเสนอคำอธิบายที่อยู่บนหลักฐานที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ หรือในอีกแง่หนึ่ง หมายถึงกิจกรรมที่ผู้เรียนสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

Bybee et al. (2006) ระบุว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบเป็นวิธีการเข้าถึงความรู้ความจริงของนักวิทยาศาสตร์สำหรับใช้ศึกษาโลกรอบตัว

AAAS (2018) ระบุว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนเรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ ด้วยการตั้งคำถาม การค้นคว้าหาคำตอบ เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) ระบุว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความจริงต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548) ระบุว่า วิธีการสืบสอบเป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2558) ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จึงสรุปเป็นความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการตั้งคำถาม และแสวงหาคำตอบโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบพบว่ามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557) ระบุลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบไว้ดังนี้

1) ผู้เรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- 2) ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
- 3) ผู้เรียนได้เรียนรู้การสื่อสารอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ผู้เรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตน จนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
- 5) ผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งขึ้นกับความสามารถและความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน
- 6) ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์
- 7) ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย
- 8) ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดและตั้งคำถามร่วมกับเพื่อน มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน

จึงสรุปได้ว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ คือ การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบพบว่า นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Karplus (1977, อ้างถึงใน Bybee et al., 2006) ได้นำเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนลงมือกระทำ สำรวจและค้นหา ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้สอนคอยให้คำชี้แนะ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) เป็นขั้นที่ผู้เรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากการสำรวจและค้นหา โดยผู้สอนแนะนำคำศัพท์สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนจัดระเบียบข้อมูลใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept Application) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วนำมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนขยายความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์นั้นได้ชัดเจนมากขึ้น

Borich, Hao & Aw (2006) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตั้งคำถาม (Ask) เป็นขั้นที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ และการประเมินการเรียนรู้หลังเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย โดยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนสงสัยในประเด็นหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ นำไปสู่การตั้งคำถามในประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ

2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation) เป็นการให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่จริง หรือให้ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการสืบสอบ โดยมีการรวบรวมและตีความหมายข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3) ขั้นสร้างและวิเคราะห์ (Creative and Analyze) เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำการตรวจสอบจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลที่ได้ เพื่อนำไปจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลด้วยแผนภาพ ผังมโนทัศน์ หรืออื่น ๆ

4) ขั้นอภิปรายผล (Discuss) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิด อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่มีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ

5) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้ค้นพบผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินงานและสะท้อนความคิดของตนเอง



Bybee et al. (2006) นักการศึกษาจาก BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้เสนอขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน (5E Instructional Model) ละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิม และทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในโน้ตส์เรื่องใหม่ผ่านกิจกรรมที่ประกอบด้วยคำถามประเด็นปัญหาและเชื่อมโยงประสบการณ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมซึ่งทำให้แสดงออกถึงมโนทัศน์ปัจจุบัน กระบวนการ และทักษะต่าง ๆ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์เกิดขึ้นได้ การลงมือปฏิบัติกิจกรรมช่วยให้พวกเขาได้ใช้ความรู้เดิมในการสร้างแนวคิดใหม่ สำรวจตรวจสอบคำถามและความเป็นไปได้ รวมถึงการออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 สร้างคำอธิบาย (Explanation) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้แสดงความเข้าใจ รวมถึงทักษะ และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ได้รวบรวมจากขั้นสำรวจและค้นหา มาเรียบเรียง และจัดกระทำเพื่อสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนขยายความเข้าใจและทักษะผ่านการประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนจะได้สร้างความเข้าใจที่กว้างและลึกมากขึ้นโดยอาศัยความรู้ที่ค้นพบ และค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนใช้ทักษะต่าง ๆ ร่วมกับการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่เพียงการสิ้นสุดบทเรียน

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วยบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน

ขั้นตอน	บทบาทในวงจรการเรียนรู้	
	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กระตุ้นความสนใจ</li> <li>2. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย</li> <li>3. ตั้งคำถามแก่ผู้เรียน</li> <li>4. กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองซึ่งทำให้ทราบสิ่งที่ผู้เรียนรู้หรือคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือหัวข้อที่จะศึกษา</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตั้งคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้เกิดขึ้น สิ่งที่คุณรู้เกี่ยวกับสิ่งนี้คืออะไร ฉันท้องการศึกษาอะไร</li> <li>2. แสดงความสนใจต่อหัวข้อที่จะศึกษา</li> </ol>
2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน</li> <li>2. สังเกตและรับฟังผู้เรียนว่ามีปฏิสัมพันธ์หรือไม่ อย่างไร</li> <li>3. ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณา ทบทวนถึงการสำรวจตรวจสอบที่ตนเองทำเมื่อจำเป็น</li> <li>4. ให้ความรู้ผู้เรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ</li> <li>5. แสดงบทบาทเป็นผู้ให้คำปรึกษา</li> <li>6. มอบความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนต้องรู้ในการทำกิจกรรม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คิดอย่างอิสระภายใต้ข้อจำกัดของกิจกรรม</li> <li>2. ทดสอบสมมติฐานและการคาดคะเน</li> <li>3. สร้างสมมติฐานและการคาดคะเนใหม่</li> <li>4. ทดสอบทางเลือกต่าง ๆ และอภิปรายกับผู้เรียนคนอื่น</li> <li>5. บันทึกผลการสังเกตและแนวความคิด</li> <li>6. ถามคำถามที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกัน</li> <li>7. ไม่ด่วนสรุปคำตอบ</li> </ol>
3. ขั้นการสร้างคำอธิบาย (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์หรือนิยามด้วยคำพูดของตนเอง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายวิธีการหาคำตอบหรือคำตอบที่เป็นไปได้กับเพื่อนร่วมชั้น</li> </ol>

ขั้นตอน	บทบาทในวงจรการเรียนรู้	
	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
	2. ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบหลักฐานและความชัดเจนจากผู้เรียน 3. ปรับนิยาม คำอธิบาย และคำศัพท์ต่าง ๆ ให้เป็นทางการ เท่าที่จำเป็น 4. ใช้ประสบการณ์และความรู้จากชั้นที่ผ่านมาเป็นฐานในการอธิบายโน้ตค้น 5. ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนที่เกิดขึ้น	2. ฟังคำอธิบายของเพื่อนร่วมชั้นอย่างมีวิจารณญาณ 3. ตั้งคำถามต่อคำอธิบายของเพื่อนร่วมชั้น 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายที่ผู้สอนนำเสนอ 5. อ้างอิงถึงข้อมูลจากกิจกรรมในช่วงที่ผ่านมา 6. ใช้ข้อมูลจากการสังเกตในการอธิบาย 7. ประเมินความเข้าใจของตนเอง
4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration)	1. คาดหวังให้ผู้เรียนใช้คำศัพท์ นิยาม หรือคำอธิบายที่เป็นทางการ ที่ได้สร้างไว้ 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้หรือขยายโน้ตค้นหรือความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ 3. ย้ำเตือนให้ผู้เรียนพิจารณาคำอธิบายอื่น ๆ 4. ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่และถามว่า สิ่งที่คุณทราบแล้วคืออะไร เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น	1. ใช้คำศัพท์ คำอธิบาย หรือทักษะใหม่ ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม 2. ใช้ข้อมูลจากช่วงกิจกรรมที่ผ่านมาในการตั้งคำถาม เสนอแนวทางการแก้ไข ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง 3. สร้างข้อสรุปที่เป็นไปได้จากหลักฐาน 4. บันทึกผลการสังเกตและคำอธิบาย

ขั้นตอน	บทบาทในวงจรการเรียนรู้	
	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
		5. ตรวจสอบความเข้าใจกับผู้เรียนด้วยกัน
5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation)	1. สังเกตผู้เรียนว่าได้ประยุกต์มโนทัศน์และทักษะใหม่ ๆ 2. ประเมินความเข้าใจและทักษะ 3. หาหลักฐานยืนยันว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรมแล้ว 4. ให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และประเมินทักษะหรือกระบวนการทำงานในกลุ่ม 5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมจึงคิดเช่นนี้ มีหลักฐานอะไร ทราบอะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้บ้าง จะอธิบายสิ่งนี้ได้ว่าอย่างไร	1. ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบายที่พึงได้รับการยอมรับ 2. แสดงความเข้าใจหรือความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือทักษะต่าง ๆ 3. ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง 4. ตั้งคำถามเพิ่มเติมที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการสำรวจตรวจสอบในอนาคตต่อไป

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2557) เรียบเรียงรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5E Learning Cycle Model) ของ Bybee et al. (2006) และนำเสนอกิจกรรมของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ( $E_1$  : Engagement) กระตุ้นผู้เรียนด้วยสิ่งเร้าให้เกิดความสงสัย ผู้เรียนตั้งคำถามสำคัญ และคาดคะเนคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ( $E_2$  : Exploration) ผู้เรียนวางแผนเพื่อรวบรวมข้อมูล ดำเนินการทดลอง หรือเก็บข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างคำอธิบาย ( $E_3$  : Explanation) ผู้เรียนอธิบายเพื่อสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง เชื่อมโยงสู่คำอธิบายที่ต้องโดยผู้สอน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ( $E_4$  : Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้หรือประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ รวมทั้งสร้างผลงานหรือภาระงานเพื่อบริการสังคม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ( $E_5$  : Evaluation) ผู้เรียนประเมินข้อดี ข้อบกพร่อง สิ่งที่สงสัยในแต่ละขั้นตอน ผู้สอนประเมินความรู้ความเข้าใจ และทักษะของผู้เรียนทั้งระหว่างเรียน และหลังเรียน

Eisenkraft (2003) ได้ขยายกรอบแนวคิดจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 5 ขั้นตอน ของ BSCS เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 7 ขั้นตอน หรือ 7E ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit Prior Understanding) เป็นขั้นที่ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่กระตุ้นความตื่นตัวและความสนใจของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสังเกต ออกแบบและวางแผน การทดลอง บันทึกข้อมูล เขียนกราฟ ตีความหมายข้อมูล และจัดกระทำผลการศึกษา

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่ผู้เรียนอธิบายผลการศึกษาและสรุปผล โดยผู้สอนคอยชี้แนะคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และนำอธิบายผลโดยใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือผู้เรียน ในการอธิบายผลการศึกษา

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นที่ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทดสอบ ด้วยข้อสอบ และการประเมินจากการปฏิบัติงาน การทดลอง

ขั้นที่ 7 ขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนแล้วไปสู่เนื้อหาบทเรียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนเกิดปัญหาใหม่

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีความคล้ายคลึงกันได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 เปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้ แบบสืบสอบ	นักการศึกษา			
	Karplus (1977)	Borich, Hao & Aw (2006)	Bybee et al. (2006)	Eisenkraft (2003)
กระตุ้นความ สนใจ	-	ตั้งคำถาม	กระตุ้นความสนใจ	ทบทวนความรู้ เดิม
	-	ตั้งคำถาม	กระตุ้นความสนใจ	สร้างความสนใจ
สำรวจและ ค้นหา	สำรวจและค้นหา	สำรวจตรวจสอบ	สำรวจและค้นหา	สำรวจและค้นหา
สร้างคำอธิบาย	แนะนำคำสำคัญ	สร้างและ วิเคราะห์ อภิปรายผล	สร้างคำอธิบาย	อธิบายและลง ข้อสรุป
ขยายความรู้	ประยุกต์มันท์สน์		ขยายความรู้	ขยายความรู้
	-		ขยายความรู้	ขยายความคิด รวบยอด
ประเมินผล	-	สะท้อนการเรียนรู้	ประเมินผล	ประเมินผล

จากตารางวิเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบพบว่า รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของ Bybee et al. (2006) และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 7 ขั้นตอนของ Eisenkraft (2003) ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เอื้อต่อการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ 7 ขั้นตอน มีขั้นตอนการสอน

เพิ่มจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน 2 ชั้น คือขั้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นขยายความคิดรวบยอด เมื่อพิจารณาถึงการนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการเรียบเรียงงานเขียนในขั้นขยายความรู้เป็นหลัก และไม่ได้มุ่งเน้นการขยายความคิดรวบยอดไปยังเนื้อหาบทเรียนอื่น ดังนั้นรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน หรือ 5E Learning cycle model ตามแนวคิดของ Bybee et al. (2006) จึงเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมากกว่า อีกทั้งยังเป็นรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สามารถสรุปรายละเอียดแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยผ่านกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้เดิมในการสร้างแนวคิดใหม่ ตรวจสอบประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา จากนั้นวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือคำตอบที่เพียงพอต่อการสร้างคำอธิบาย

ขั้นที่ 3 สร้างคำอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจโน้ตค้นจากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อสร้างคำอธิบายหรือสรุปแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ และต่อยอดความรู้ไปสู่คำถามหรือบทเรียนถัดไป เพื่อขยายความคิดให้เกิดความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแทรกในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะมากน้อยเพียงใด

### 3. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Writing)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถนำเสนอได้ 2 ประเด็น ได้แก่ ความสำคัญและความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และขั้นตอนของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative learning) คือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย แต่ละคนรับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่มในการแสวงหาคำตอบหรือสร้างผลงานที่มีความหมาย (Panitz, 1999; Heese, Care, Buder, Sassenberg & Griffin, 2015; ทิศนา แคมมณี, 2559) ซึ่ง Gerlach (1994) ได้ระบุว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์ชิ้นงานบนแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมและการมีส่วนร่วมในการสื่อสารระหว่างบุคคลจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดี

Matthews et al. (1995) ระบุลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก การสอนและการเรียนรู้เป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ตอบสนองต่อความหลากหลายของผู้เรียน มุ่งเน้นที่การรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง และต้องสร้างโอกาสในการเชื่อมต่อกับความคิดระหว่างสมาชิกในกลุ่มย่อย โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมักเป็นการดำเนินงานที่ต้องทำเป็นประจำ เช่น การเขียนรายงาน การเสนอผลงานกลุ่ม การตรวจผลงาน เป็นต้น ซึ่งหากสมาชิกกลุ่มปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจะเกิดเป็นทักษะที่ชำนาญในที่สุด (ทิศนา แคมมณี, 2559) จึงถือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง พัฒนาทักษะทางสังคมและการทำงานเป็นทีม ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นและมีความรู้ที่คงทน (Matthews et al., 1995) อีกทั้งในงานวิจัยพบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือประสบความสำเร็จในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านและการเขียน รวมถึงการสร้างเสริมความเข้าใจในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (Gillies, 2007)



จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาจึงได้นำแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมาประยุกต์กับกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย โดยแนวคิดหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการเขียนของผู้เรียน คือ การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Writing)

### 3.1 ความสำคัญและความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังพบว่า เป็นแนวคิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางด้านภาษาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของผู้เรียนที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง โดยมุมมองดังกล่าวได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (social constructivism) ซึ่งมีฐานแนวคิดสำคัญมาจากผลงานของไวโกตสกีที่เชื่อว่าการพัฒนาของมนุษย์เกิดขึ้นผ่านกิจกรรมทางสังคม ผู้เริ่มต้นเรียนรู้จะมีพัฒนาการทางปัญญาเมื่อได้รับการส่งเสริมหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีความสามารถสูงกว่า (Storch, 2005) อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยของนักการศึกษา เช่น Donato (1994) และ Storch (2002) พบว่าการส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการทางปัญญาสามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างการทำงานกลุ่มและการทำงานรายคู่ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนจึงควรได้รับการสนับสนุนให้เข้าร่วมกิจกรรมที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

การมอบหมายงานเขียนแบบร่วมมือรวมพลังและการแก้ไขโดยเพื่อน (peer editing) ซึ่งอาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย ส่งผลดีต่ออารมณ์ของผู้เรียน เพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ลดความวิตกกังวลในการทำงานเพียงลำพัง และเพิ่มความมั่นใจในตนเอง (Johnson & Johnson, 1998; Raimes, 1998; Reid & Powers, 1993; Rollinson, 2005) การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังผู้เรียนจะได้ใช้ทักษะทางสังคมซึ่งช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ Reid (1993) ยังเสนอแนะว่าการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความกล้าเสี่ยงและความอดทนอีกด้วย

การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังที่ให้ผู้เรียนเขียนเป็นรายคู่และช่วยกันปรับแก้ไขจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างความตระหนักและความรอบคอบต่องานเขียน ตามที่ระบุใน Hansen and Lui (2005) การตรวจสอบร่วมกันนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขงานที่มีความหมายมากขึ้น โดยช่วยให้ผู้เรียน

คำนี้ถึงคำศัพท์ การเรียบเรียงข้อมูล และเนื้อหา การศึกษาโดย Gousseva-Goodwin (2000) และ Storch (2005) พบว่างานเขียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของผู้เรียนมีคะแนนสูงกว่าที่ทำรายบุคคลและมีแนวโน้มที่จะมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์มากขึ้น เพราะมีกระบวนการที่นำไปสู่ผลสะท้อนหรือข้อคิดเห็นมากกว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจึงช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานด้วยตนเอง

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ดังนี้

Donato (1994) ได้ให้ความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นวิธีการที่ส่งเสริมการคิดอย่างไตร่ตรองก่อนลงมือเขียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายและโต้แย้งแนวคิดกับคู่ของตนเอง ร่วมพิจารณาความถูกต้องของไวยากรณ์ และช่วยส่งเสริมความรู้ซึ่งกันและกันผ่านกระบวนการเขียนรายคู่

Storch (2005) ได้ให้ความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นการเขียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนความเห็น ร่วมกันเขียน และแก้ไขงานด้วยกัน เพื่อช่วยลดความกังวลและเพิ่มประสิทธิภาพของผลงาน

Mulligan & Garofalo (2011) ได้ให้ความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นการมอบหมายงานเขียนรายคู่โดยให้ผู้เรียนวางแผนการทำงานร่วมกัน เรียนรู้และพัฒนาทักษะผ่านการสลับบทบาทการเขียนและการปรับปรุงแก้ไขงาน

Dobao (2012) ได้ให้ความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นกิจกรรมการเขียนร่วมกันเพื่อผลักดันให้ผู้เรียนสะท้อนความสามารถในการใช้ภาษาและทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาทางภาษา

จากความหมายข้างต้นจึงสรุปเป็นความหมายของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ว่า เป็นการเขียนรายคู่ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านการวางแผนการทำงาน แลกเปลี่ยนความเห็น สลับบทบาทการเขียนและการปรับแก้ไขงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.2 ขั้นตอนของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

Storch (2005) ระบุว่าในการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นวางแผน (Planning Phase) เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวางแผนการทำงานร่วมกันผ่านการระดมความคิด การอ่านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา การค้นคว้าแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม และการตัดสินใจเลือกประเด็นการเขียนในแต่ละย่อหน้าเพื่อวางกรอบโครงร่างงานเขียน
- 2) ขั้นการเขียน (Writing Phase) เป็นขั้นตอนในการเขียนงาน
- 3) ขั้นปรับแก้ไข (Revision Phase) เป็นขั้นตอนในการทบทวนและปรับแก้ไขงานให้สมบูรณ์ ทั้งตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องของไวยากรณ์ การเรียบเรียงประโยค

Mulligan & Garofalo (2011) เสนอขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังโดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ผู้เรียนจับคู่กันเอง
- 2) แต่ละคู่ระดมสมอง แลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการและจัดกระทำข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
- 3) แต่ละคู่นัดหมายนอกห้องเรียนเพื่อศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาใช้ในการเขียนเหตุผลสนับสนุน
- 4) ในห้องเรียนให้ผู้เรียนแต่ละคู่วางแผนการทำงาน และวางโครงร่างการเขียนโดยละเอียดก่อนการเขียนร่างฉบับแรก
- 5) ผู้สอนตรวจโครงร่างการเขียนของผู้เรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
- 6) ผู้เรียน A เป็นผู้เขียนร่างฉบับแรกก่อน จากนั้นส่งให้ผู้เรียน B เป็นผู้ตรวจแก้ไขตามรายการตรวจสอบที่ผู้สอนมอบหมาย โดยเน้นข้อความที่แก้ไขด้วยปากกาสี และปรับแก้ข้อความใหม่
- 7) ผู้สอนตรวจร่างฉบับแรกโดยดูทั้งโครงสร้างการเขียน การเรียบเรียงข้อมูล การสะกดคำ และให้ข้อเสนอแนะ
- 8) ผู้เรียน A และ B สลับบทบาทในการแก้ไขงานฉบับร่างครั้งที่ 2 โดย B เป็นผู้เขียนก่อน และ A จะเป็นผู้ตรวจทานและปรับแก้ไขอีกครั้งจึงจะได้อ่านเขียนฉบับสมบูรณ์

9) ในการเขียนครั้งถัดไป ผู้เรียน A ที่เป็นผู้เขียนงานฉบับแรก จะสลับบทบาทกับผู้เรียน B เพื่อให้ทั้งคู่ได้มีโอกาสในการพัฒนาทักษะการเขียน

ขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังของ Storch (2005) ประกอบได้ด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นการเขียน และขั้นปรับแก้ไข สอดคล้องกับ ขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังของ Mulligan & Garofalo (2011) ที่มีทั้งการจับคู่ การระดมความคิด การสลับกันเขียนงาน และสลับกันตรวจแก้ไข ซึ่งขั้นตอนของ Mulligan & Garofalo (2011) ให้ข้อมูลแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด แบ่งบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนอย่างชัดเจนทำให้ทั้งคู่มีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะการเขียนอย่างต่อเนื่อง ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ฝึกการให้ข้อคิดเห็นกับเพื่อนและได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเพื่อนำมาปรับปรุงให้งานเขียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาและเหมาะสมในการนำมาประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้ผนวกขั้นตอนของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังไว้ในขั้นขยายความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างสรรค์ผลงานการเขียนรายคู่แบบร่วมมือรวมพลัง สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นตอนดังกล่าวที่ผู้เรียนจะนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสู่สถานการณ์ใหม่ผ่านการสร้างผลงานเพื่อบริการสังคม

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ

Jensen (2008) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือและการเรียนรู้แบบสืบสอบหาความรู้ที่มีต่อการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เพื่อเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี คือแบบสืบสอบหาความรู้และแบบไม่สืบสอบหาความรู้ เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง แบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม 1) กลุ่มที่มีสมาชิกลักษณะแตกต่างกันโดยใช้การสอนแบบสืบสอบ 2) กลุ่มที่มีสมาชิกที่มีลักษณะเหมือนกันโดย

การสอนแบบสืบสอบ 3) กลุ่มที่มีสมาชิกลักษณะแตกต่างกันโดยการสอนแบบไม่สืบสอบ และ 4) กลุ่มที่มีสมาชิกลักษณะเหมือนกันโดยใช้การสอนแบบไม่สืบสอบ ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบสืบสอบมีคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาสูงกว่าการสอนแบบไม่สืบสอบทั้ง 2 กรณี และพบว่าผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีการให้เหตุผลสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีสมาชิกลักษณะเหมือนกัน นอกจากนี้การสอนแบบสืบสอบทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้นในการให้เหตุผลและมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้ร่วมกัน

Yadigaroglu & Demircioglu (2012) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมตามแนวความคิดวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่มีต่อความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องแก๊สของผู้เรียนเกรด 10 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับผู้เรียนเกรด 10 จำนวน 40 คน ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คนซึ่งเรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน และกลุ่มควบคุม 20 คนซึ่งเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่าความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องแก๊สของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุจิกา จาตุรนต์พงศา (2557) ได้ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัตวศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างในการทดลองเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้เรียนรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัตวศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 77.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรรยาภักษ์ กุลพ่วง และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบวัดเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า หลังจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นตอน ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์ระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และชีววิทยา การให้เหตุผล ส่งเสริมความมั่นใจในตนเอง และเพิ่มเจตคติในการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบจึงมีความเหมาะสมต่อการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่เพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเขียนเพื่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และเหมาะสมต่อการส่งเสริมร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

Kulgemeyer & Schecker (2013) พัฒนาโมเดลในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนที่ได้รับบทบาทเป็นผู้สื่อสารจะเลือกหัวข้อที่ต้องการเพื่ออธิบายให้ผู้รับสารเข้าใจผ่านบทสนทาระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผู้เริ่มต้นเรียนรู้ (expert-novice dialogue method) บทสนทนาถูกบันทึกวิดีโอเทป เพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อหา จัดกลุ่มองค์ประกอบที่สำคัญและตรวจสอบความตรงของโมเดลในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสนทาระหว่างระหว่างผู้เชี่ยวชาญและผู้เริ่มต้นเรียนรู้สามารถใช้ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ตรงตามเป้าหมาย โมเดลในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เนื้อหา บริบท รหัส และรูปแบบของตัวแทนความคิด ซึ่งมี

ความครอบคลุมในการประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าทุกองค์ประกอบจากโมเดลในการสร้างคำอธิบายส่งผลต่อความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

Tsabari & Lewenstein (2013) ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท โดยใช้แบบสอบถามที่เป็นข้อคำถามปลายเปิดเพื่อพิจารณา วิเคราะห์และจัดกลุ่มเกณฑ์ในการประเมินทักษะการเขียน ผลการวิจัย พบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประเมินทักษะการเขียนมี 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ความชัดเจน เนื้อหา การจัดเรียงเนื้อหา ลีลา การเทียบเคียง การบรรยาย และการใช้บทสนทนา โดยสามารถจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 ระดับ คือระดับพื้นฐาน (ความชัดเจน เนื้อหา การจัดเรียงเนื้อหา) ระดับปานกลาง (ลีลา การเทียบเคียง การบรรยาย) และระดับสูง (การใช้บทสนทนา)

Belova & Eilks (2014) ได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มุ่งประเด็นทางสังคมและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อโฆษณา ผลการศึกษาพบว่าการใช้โฆษณาช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ในหลากหลายมิติครอบคลุมทั้งการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ในเนื้อหา การรู้เท่าทันสื่อ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และสังคม รวมถึงทักษะการตัดสินใจ ทั้งยังส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนและทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนระดับสูง

อัจฉราภรณ์ สุริยงค์ (2548) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง โดยฝึกความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน โดยให้ผู้เรียนมีการสื่อสารกัน พูดคุยปรึกษาหารือ มีการแสดงออกทางภาษา พูดอภิปรายให้ผู้อื่นได้รับรู้จากการจัดการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชนัตว์ ชามทอง (2550) ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมสร้างเสริมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 7 แผน คือ ฟังเพื่อจับใจความสำคัญ การอ่านเพื่อหาคำตอบ แผ่นพับ วิทยาศาสตร์ 2 นาทีมีสาระ เล่าข่าววิทยาศาสตร์ รู้แล้วบอกต่อ และเวทีความคิด เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมสร้างเสริม ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลัง ปฏิบัติกิจกรรมสูงกว่าก่อนปฏิบัติกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ธนกร อรรถนาวัฒน์ (2558) ได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงาน เป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพัฒนา ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดและการเขียนผ่านการนำเสนอด้วยวาจาและบันทึก เทป ร่วมกับการเขียนบทความวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่ ผู้เรียนสนใจ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมี ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ และผู้เรียนมี ความสามารถในการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดี

ศิริรัตน์ เตชะแก้ว (2560) ได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท และ ระบบโครงร่างและการเคลื่อนไหวของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียน กลับทาง เก็บข้อมูลการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนผ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ และการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูดผ่านแบบบันทึกพฤติกรรม ผลการวิจัยพบว่า เมื่อจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับทางทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกิดการพัฒนา โดยผู้เรียนมีการแสดงออกถึงพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถ พูดและเขียนได้ตรงประเด็น ครอบคลุม เรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลได้เหมาะสม ข้อมูลมีความถูกต้อง มีเหตุผลประกอบ และใช้ภาษาที่ผู้รับสารสามารถเข้าใจง่าย

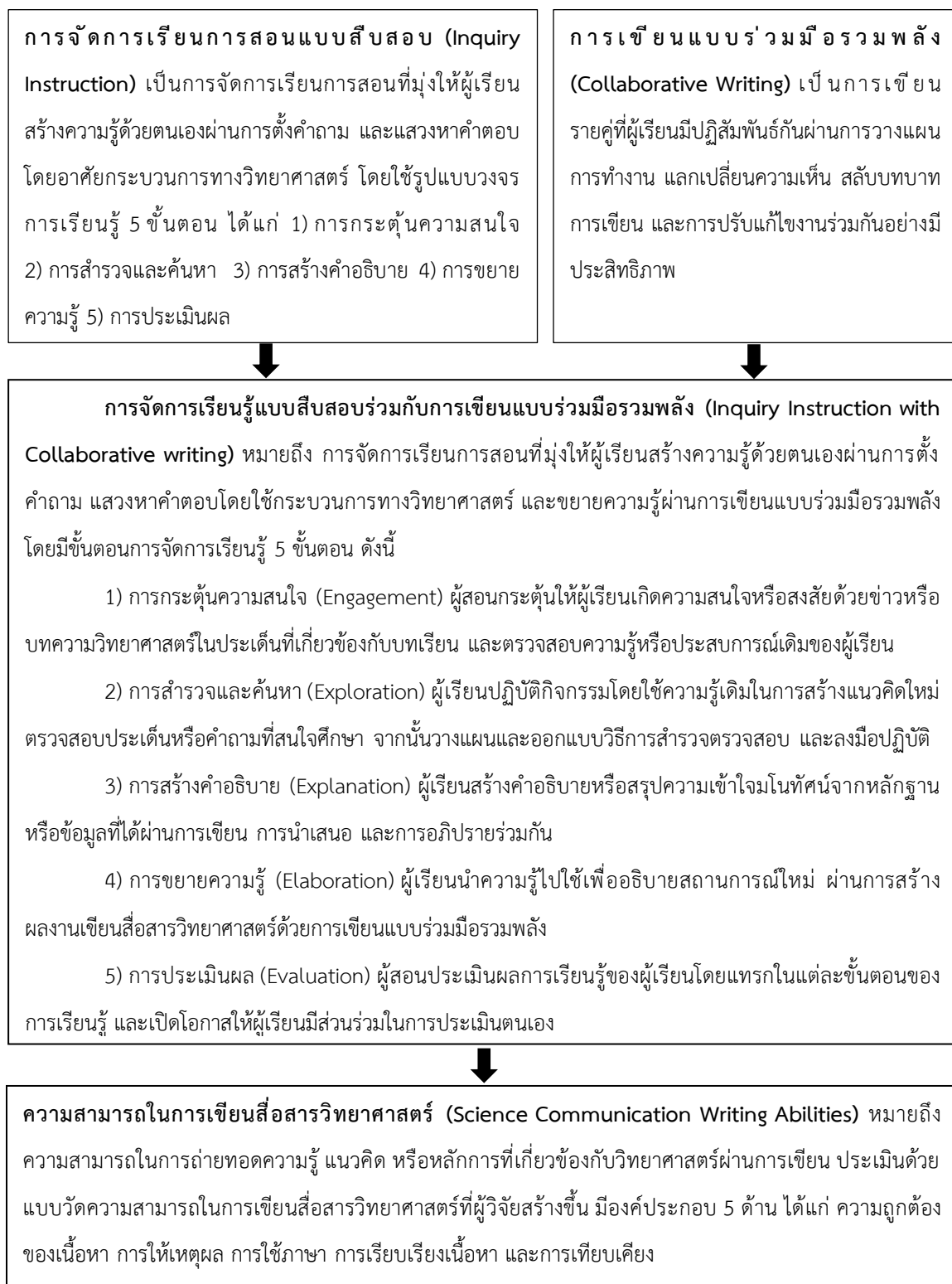
จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศพบการพัฒนาโมเดลและเครื่องมือในการประเมิน ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการพูด และการเขียน และงานวิจัยที่พัฒนาความสามารถใน การสื่อสารวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมที่บูรณาการร่วมกับการใช้สื่อโฆษณา ข้อเสนอแนะที่ได้จาก



งานวิจัยแนะนำว่าควรจัดกิจกรรมที่สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมให้การแสดงความคิดเห็น ระดมความคิด และทำงานร่วมกัน

งานวิจัยในประเทศไทยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผ่านการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง และการจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยแนะนำว่าควรเลือกเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียน และหารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการสื่อสารรูปแบบอื่นมาเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าว โดยยังไม่พบงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนอย่างจำเพาะเจาะจง

## กรอบแนวคิดการวิจัย



### บทที่ 3

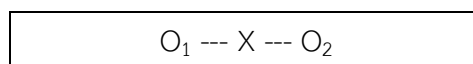
#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย 6 ประเด็น ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. จริยธรรมและคุณธรรมในการวิจัย

#### 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) เลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง 1 กลุ่ม คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปแบบการวิจัยในแผนภาพที่ 1



แผนภาพ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design

- |       |   |
|-------|---|
| $O_1$ | หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง |
| $O_2$ | หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง |
| $X$   | หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง                  |

## 2. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 22 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การเลือกโรงเรียนใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากโรงเรียนมีการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เช่นเดียวกับโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วประเทศ มีห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้และการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน

การเลือกกลุ่มที่ศึกษาใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง คือ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยและยินยอมให้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยจำนวน 29 คน ทั้งนี้ระหว่างการเก็บข้อมูลมีนักเรียนจำนวน 7 คน ที่ไม่สามารถเข้าร่วมได้จนครบระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ในงานวิจัยนี้จึงมีกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 22 คน

## 3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร วารสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบและการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ผู้วิจัยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Bybee et al. (2006) ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นสร้างคำอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ส่วนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นวิธีการสอนเขียนที่ให้ผู้เรียนสร้างงานเขียนรายคู่โดยสลับบทบาทกันตามแนวคิดของ Mulligan & Garofalo (2011) ผู้วิจัยนำการสอนเขียนแบบร่วมมือรวมพลังนี้มาประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยนำมาใช้สอนในขั้นขยายความรู้ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยด้วยข่าวหรือบทความวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน และตรวจสอบความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้เดิมในการสร้างแนวคิดใหม่ ตรวจสอบประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา จากนั้นวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือคำตอบที่เพียงพอต่อการสร้างคำอธิบาย

ขั้นที่ 3 สร้างคำอธิบาย (Explanation) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายหรือสรุปความเข้าใจมโนทัศน์จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้ผ่านการเขียน การนำเสนอ และการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายความคิดให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกและกว้างขึ้น ผ่านการสร้างงานเขียนรายคู่แบบสลับบทบาทกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ผู้สอนอธิบายหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ลักษณะของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียน

4.2) ให้ผู้เรียนจับคู่กันตามความสมัครใจ โดยกำหนดบทบาทให้เป็น A และ B โดย A เป็นผู้เริ่มร่างงานเขียนครั้งที่ 1 ส่วน B ทำการตรวจสอบและปรับแก้ไข จากนั้นผู้สอนนำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการเขียนขยายความรู้จำนวน 3 หัวข้อ ให้แต่ละคู่เลือก 1 หัวข้อที่สนใจศึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการดำเนินการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางโครงร่างการเขียน

4.3) ผู้เรียนร่างประเด็นที่ใช้เป็นโครงร่างการเขียน จากนั้นให้ผู้สอนตรวจสอบและให้คำแนะนำก่อนเริ่มเขียนร่างฉบับแรก

4.4) ผู้เรียน A เป็นผู้เขียนร่างฉบับแรกก่อน จากนั้นส่งให้ผู้เรียน B เป็นผู้ตรวจสอบ แก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความใหม่ด้วยปากกาสี จากนั้นส่งให้ผู้สอนตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ

4.5) ผู้เรียน B นำข้อเสนอแนะจากผู้สอนมาเขียนงานฉบับสมบูรณ์ ส่วนผู้เรียน A เป็นผู้ตรวจสอบอีกครั้งก่อนส่ง

\* ผู้เรียนจะสลับบทบาทการเขียนกันในทุกหน่วยการเรียนรู้ เช่น หากงานเขียนครั้งแรกผู้เรียนได้รับบทบาทเป็น A ในงานเขียนครั้งถัดไปจะได้รับบทบาทเป็น B เพื่อให้ทั้งคู่ได้มีโอกาสในการพัฒนาความสามารถในการเขียนอย่างเท่าเทียม

\*\* กรณีที่การเขียนร่างและการเขียนฉบับสมบูรณ์ไม่เสร็จสิ้นในคาบเรียน ผู้สอนจะมอบหมายให้ผู้เรียนนำกลับไปทำต่อนอกห้องเรียนได้ และติดตามความคืบหน้าของงานเขียนในคาบถัดไป

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยแทรกในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะมากน้อยเพียงใด

2) ศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย จำนวนทั้งสิ้น 15 คาบเรียน โดยมีลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อเรื่องและจำนวนคาบเรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อเรื่อง และจำนวนคาบเรียน

แผนลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดของฮอร์โมน ต่อมไพเนียล และ ต่อมใต้สมอง - ความหมายและชนิดของฮอร์โมน - ต่อมไพเนียล - ต่อมใต้สมอง	3
2	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ต่อมไร้ท่อที่ถูกควบคุมด้วยระบบประสาท - ต่อมไทรอยด์ - ต่อมพาราไทรอยด์ - ต่อมหมวกไต - อัณฑะและรังไข่	4
3	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ต่อมไร้ท่อที่เป็นอิสระจากต่อมใต้สมอง และการรักษาคุณภาพของร่างกาย - ตับอ่อน ไทมีส ไต กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก รก - การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน - พีโรโมน	4
4	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พฤติกรรมของสัตว์ - กลไกการเกิดพฤติกรรมสัตว์ - ประเภทพฤติกรรมของสัตว์ - การสื่อสารระหว่างสัตว์	4
		รวม 15

3) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยตามจำนวนแผนที่กำหนดทั้งหมด 4 แผน 15 คาบเรียน โดยในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน สามารถระบุบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนได้ ดังตาราง

ตาราง 7 บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)</p>	<p>1. กระตุ้นความสนใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยผ่านการนำเสนอข่าว หรือบทความที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน</p> <p>2. ตั้งคำถามและกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือกำหนดประเด็นที่จะศึกษาเพื่อใช้ในการเขียนขยายความรู้</p>	<p>1. วิเคราะห์ข่าวหรือบทความที่ผู้สอนนำเสนอ</p> <p>2. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือหัวข้อที่จะศึกษา</p> <p>3. ตั้งคำถามจากข่าวหรือประเด็นข้างต้นที่ยังสงสัยเพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า และเขียนขยายความรู้ต่อไป</p>
<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)</p>	<p>1. อธิบายความรู้และพื้นฐานที่จำเป็นในการปฏิบัติกิจกรรม</p> <p>2. จัดหาแหล่งเรียนรู้ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม</p> <p>3. ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ</p> <p>4. สังเกตปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของผู้เรียน</p>	<p>1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบประเด็นที่จะศึกษา</p> <p>2. ปฏิบัติกิจกรรม และบันทึกผลการปฏิบัติ</p> <p>3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการสร้างคำอธิบาย</p>



ขั้นตอนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>สร้างคำอธิบาย (Explanation)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. มอบหมายให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจโมโนทัศน์หรือสรุปแนวคิดที่ได้ผ่านการเขียน</li> <li>2. ตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบหลักฐานและความชัดเจนจากผู้เรียน</li> <li>3. ปรับนิยาม คำอธิบาย และคำศัพท์ที่ผู้เรียนใช้ให้เป็นทางการและถูกต้อง</li> <li>4. อธิบายและอภิปรายมโนทัศน์ดังกล่าวโดยอาศัยความรู้และข้อมูลจากการปฏิบัติกิจกรรม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลและอธิบายความเข้าใจโมโนทัศน์จากหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้ผ่านการเขียน เช่น การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนบรรยาย การวาดภาพประกอบ</li> <li>2. ฟังและตั้งคำถามต่อคำอธิบายของเพื่อนร่วมชั้น</li> <li>3. มีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสร้างคำอธิบายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษาอย่างถูกต้อง</li> </ol>
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ลักษณะของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียนและแสดงตัวอย่างงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์</li> <li>2. ให้ผู้เรียนจับคู่กันตามความสมัครใจ จากนั้นผู้สอนนำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนและสถานการณ์ในชีวิตประจำวันจำนวน 3 หัวข้อ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จับคู่กับเพื่อนตามความสมัครใจและตกลงบทบาทว่าใครจะเป็นผู้เริ่มเขียนก่อน (A) และอีกคนเป็นผู้ตรวจแก้ไข (B) จากนั้นแต่ละคู่เลือกหัวข้อที่สนใจศึกษา 1 หัวข้อ</li> <li>2. แลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการโดยใช้ความรู้และข้อมูลจากกิจกรรมที่ผ่านมา ดำเนินการค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางโครงร่างการเขียน</li> </ol>

ขั้นตอนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
	<p>3. กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้และข้อมูลจากกิจกรรมที่ผ่านมา เช่น ตั้งคำถามว่า ผู้เรียนจะสามารถนำความรู้เรื่องใดมาใช้ได้บ้าง และเรื่องใดต้องสืบค้นเพิ่มเติม จากนั้นผู้สอนนำเสนอแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมทั้งแหล่งเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และหนังสือ</p> <p>4. ระหว่างผู้เรียนวางโครงร่างการเขียน ผู้สอนสังเกตปฏิสัมพันธ์ในการทำงานรายคู่ และให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ</p> <p>5. ตรวจสอบโครงร่างการเขียน และงานเขียนฉบับแรก พร้อมให้คำแนะนำตามความเหมาะสม</p> <p>6. ให้อิสระกับผู้เรียนในการเขียนงานระหว่างนั้นให้คำปรึกษาเพิ่มเติมนอกห้องเรียนเมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ</p>	<p>3. ส่งโครงร่างการเขียน และรับฟังคำแนะนำจากผู้สอน เพื่อนำไปใช้ในการเขียนร่างฉบับแรก</p> <p>4. A เขียนร่างฉบับแรก B ปรับแก้ไขโดยเน้นข้อความที่แก้ไขด้วยปากกาสี จากนั้นส่งร่างฉบับแรกนี้ให้ผู้สอนตรวจ</p> <p>5. B นำข้อเสนอแนะจากผู้สอนมาเขียนงานฉบับสมบูรณ์ ส่วน A เป็นผู้ตรวจแก้ไข</p> <p>6. ส่งงานเขียนฉบับสมบูรณ์โดยโพสต์งานเขียนลงในเว็บไซต์ที่กำหนด</p>
<p>ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)</p>	<p>ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนและสะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุง แก้ไข</p>	<p>1. ประเมินความเข้าใจความเข้าใจของตนเองจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยการเขียนสะท้อนคิดสิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังบกพร่อง และสิ่งที่ยังสงสัย</p>

ขั้นตอนการสอน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
	<p>และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ประเมินการตอบคำถามและการอภิปรายในห้องเรียนในชั้นกระตุ้นความสนใจ ชั้นสำรวจและค้นหา และชั้นสร้างคำอธิบายด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบบันทึกกิจกรรม</li> <li>2. ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นสำรวจและค้นหาด้วยแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม</li> <li>3. ประเมินการทำงานร่วมกันของผู้เรียนด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม</li> <li>4. ประเมินความรู้ความเข้าใจในชั้นการสร้างคำอธิบาย ผ่านการเขียนตอบหรือนำเสนอหน้าชั้น</li> <li>5. ประเมินผลงานเขียนฉบับสมบูรณ์ในชั้นขยายความรู้ด้วยแบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. ประเมินการมีส่วนร่วมในงานเขียนของตนเองและคู่ด้วยแบบประเมิน</li> </ol>

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ทำการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และครูใน

สถานศึกษา เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาสาระและความถูกต้องของภาษา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรม และการวัดประเมินผล ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ทุกข้อ จากนั้นแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

5.1) ด้านเนื้อหาและรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ปรับรูปแบบของบางกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา ลักษณะของบทความและตัวอย่างที่นำมาใช้ในชั้นกระตุ้นความสนใจควรมีลักษณะที่เป็นงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่ข่าวทั่วไปเพียงอย่างเดียว เพื่อให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างงานเขียนที่ดี และชี้ชวนให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของงานเขียนดังกล่าว เพื่อเตรียมความพร้อมในการเขียนด้วยตนเอง

#### 5.2) ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา ในแผนที่ 2 ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Jigsaw ต้องคำนึงถึงเนื้อหาว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องเป็นเรื่องเดียวกัน และหากเป็นไปได้ควรจับกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถ นอกจากนี้กิจกรรมในขั้นดังกล่าวควรเพิ่มเติมการยกตัวอย่างกรณีศึกษาเพื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์เนื้อหา และได้ใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 สร้างคำอธิบาย ต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเขียน การเขียนแผนผังมโนทัศน์เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโดยตรง ต้องเพิ่มการอธิบาย บรรยาย มโนทัศน์หรือความเข้าใจดังกล่าวประกอบ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับแก้แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา

7) ผลการทดลองใช้ พบว่า นักเรียนใช้เวลาในขั้นสืบค้นและค้นหาค่อนข้างเยอะ ทำให้เวลาในขั้นขยายความรู้ไม่เพียงพอ และต้องใช้เวลาในการอธิบายลักษณะการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ลักษณะของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง เพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนก่อนการลงมือเขียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถ

เขียนงานรายคู่เสร็จสิ้นในห้องเรียนได้ ผู้วิจัยนำประเด็นดังกล่าวไปปรับปรุงและแก้ไขการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบวัดอัตนัยที่มีข้อคำถามปลายเปิดให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการเขียนโดยเลือก 1 หัวข้อจาก 3 หัวข้อที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ชุดย่อย ได้แก่ แบบวัดก่อนเรียนและแบบวัดหลังเรียน ตรวจสอบให้คะแนนงานเขียนของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ในการประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง ที่พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถด้านการเขียน ด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และด้านการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน และมีระดับความสามารถแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง

ขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1) ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ และหลักการพื้นฐานในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ เป้าหมายของงานเขียน กลุ่มผู้รับสาร และสาร จึงนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1) กำหนดเป้าหมายของงานเขียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

1.2) กำหนดกลุ่มผู้รับสาร เป็นบุคคลทั่วไปที่จบการศึกษาชั้นบังคับขึ้นไป (ระดับชั้นม.3) ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และครูที่ไม่ใช่ครูวิทยาศาสตร์

1.3) กำหนดสาร เป็นเนื้อหาชีววิทยาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว โดยกำหนดหัวข้อให้ผู้เรียนเลือกตามความสนใจ แบ่งเนื้อหาตามแบบวัด 2 ชุด ได้แก่ แบบวัดก่อนเรียนเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดูแลสุขภาพของร่างกาย และแบบวัดหลังเรียนเป็นเนื้อหาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อและพฤติกรรมของสัตว์ มีการกำหนดหัวข้อให้ผู้เรียนเลือกใช้ในงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และกำหนดความยาวในการเขียนไม่น้อยกว่า 1 หน้ากระดาษ

แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์นี้เป็นแบบวัดอัตนัย แบ่งเป็น 2 ชุด

ชุดที่ 1 ใช้ในการทดสอบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง โดยเนื้อหาที่กำหนดเป็นเรื่องการรักษาดูแลสุขภาพของร่างกาย มีจำนวน 3 หัวข้อ ให้นักเรียนเลือก 1 หัวข้อ ดังนี้

- (1) โรคมะเร็งปอด : สาเหตุ ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ และวิธีการป้องกัน
- (2) โรคความดันโลหิตสูง : สาเหตุ ผลกระทบต่อร่างกาย และวิธีการป้องกัน
- (3) เครื่องดื่มคาเฟอีน : ข้อดี/ข้อเสีย ผลกระทบต่อการควบคุมสมดุลน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย

ชุดที่ 2 ใช้ในการทดสอบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง เนื้อหาที่กำหนดเป็นเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์ จำนวน 3 หัวข้อ ให้นักเรียนเลือก 1 หัวข้อ ดังนี้

- (1) โรคกระดูกพรุน : สาเหตุ ผลกระทบต่อร่างกาย และวิธีการป้องกัน
- (2) คอร์ติซอลกับความเครียด : บทบาทของฮอร์โมน ความผิดปกติที่เกี่ยวข้อง และวิธีการป้องกัน
- (3) พิโรโมนของผึ้งนางพญา : ลักษณะของผึ้งนางพญา บทบาทในรัง และหน้าที่ของพิโรโมน

2) ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา พบว่า งานวิจัยของ Kulgemeyer & Schecker (2013) ที่พัฒนาแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ Tsabari & Lewenstein (2013) ที่พัฒนาแบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบในการประเมินที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะสำคัญของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์และมีรายละเอียดของตัวอย่างการประเมินในแต่ละองค์ประกอบชัดเจน จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบในการประเมิน

การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะการเขียนของ สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์ (2552) และกมลวรรณ ตังธนกานนท์ (2559)

3) สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบที่ต้องการประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubrics) พิจารณาเกณฑ์ตามองค์ประกอบสำคัญของการประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง

4) ระบุรายละเอียดพฤติกรรมบ่งชี้ของรายการประเมินทั้ง 5 องค์ประกอบข้างต้น และกำหนดเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยเกณฑ์การประเมินในแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้จะมีลักษณะเป็นเกณฑ์แยกส่วนรายองค์ประกอบ (Analysis Criteria) ซึ่งแบ่งคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ คือ ระดับดีมากได้ 3 คะแนน ระดับดีได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ได้ 1 คะแนน และระดับปรับปรุงได้ 0 คะแนน

5) กำหนดช่วงคะแนนที่ใช้ในการตีค่าความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์ระดับคุณภาพสมรรถนะการสื่อสารของสำนักทดสอบทางการศึกษา (2555) ซึ่งเปรียบเทียบโดยนำเกณฑ์การตัดสินคุณภาพที่เป็นร้อยละมาเทียบเป็นช่วงคะแนน แบ่งระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง เพื่อใช้ในการระบุระดับความสามารถของนักเรียน เมื่อเทียบกับคะแนนที่ได้จากการประเมินด้วยเกณฑ์ข้างต้น

6) นำแบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ชุด เสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และเสนอเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของพฤติกรรมบ่งชี้กับเกณฑ์ในการประเมิน แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

7) จากนั้นนำแบบวัดและเกณฑ์การประเมินที่ได้ทำการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน

วิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาศาสตร์ ผลพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์ในการวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ทุกข้อ จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุประเบิดสำคัญที่ปรับแก้ไขได้ ดังนี้

(1) ด้านความสอดคล้องของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในการประเมิน ควรปรับหัวข้อที่กำหนดให้ทั้ง 3 หัวข้อให้มีระดับความยากง่ายที่ใกล้เคียงกัน และระบุประเด็นสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนเขียนให้ครอบคลุม เพื่อจะได้ใช้ในการประเมินได้ถูกต้อง

(2) ควรชี้แจงนักเรียนให้ชัดเจนว่าต้องการงานเขียนที่เสนอเพียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หรืองานเขียนที่โน้มน้าว มีข้อถกเถียง มีประเด็นที่ต้องใช้เหตุผลประกอบ

ส่วนเกณฑ์การประเมินที่เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างนิยามของ องค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละรายการ จากนั้นเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) แล้วปรับปรุงเกณฑ์การประเมินตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถสรุปประเด็นที่ปรับแก้ไขได้ดังนี้

(1) ด้านการใช้ภาษา เพิ่มเติมเรื่องการระบุคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

(2) ด้านการเรียบเรียงเนื้อหา ปรับเกณฑ์และภาษาที่ใช้ให้สอดคล้องกัน เช่น ระดับดีมาก หมายถึง การเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน ระดับปรับปรุง หมายถึง การเรียบเรียงเนื้อหาไม่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าขาดการจำแนกประเด็นที่ชัดเจน

(3) ด้านการให้เหตุผล ปรับภาษาที่ใช้ โดยเพิ่มความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ และการอ้างอิงจากแหล่งที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ

โดยรายละเอียดของเกณฑ์ในการประเมินระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ได้ปรับเปลี่ยนตามตาราง 8 ดังนี้



ตาราง 8 เกณฑ์ในการให้คะแนนเพื่อประเมินระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
<b>ด้านความถูกต้องของเนื้อหา</b>	ระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้	ระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้	ระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้บ้าง	ระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่ประเด็นสำคัญและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
การระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน	ครบถ้วนและถูกต้องทั้งหมด	ครบถ้วนและเนื้อหาถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ประเด็น และเนื้อหาถูกต้องเกินกว่าครึ่งหนึ่งของเนื้อหาทั้งหมด	ไม่ระบุประเด็นที่สำคัญและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
<b>ด้านการให้เหตุผล</b>	ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่นำเสนอ ถูกต้องตามหลัก วิทยาศาสตร์ อ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ น่าเชื่อถือ	ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ ถูกต้อง ตามหลัก วิทยาศาสตร์ แต่ อ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่ไม่ เกี่ยวข้องหรือไม่ น่าเชื่อถือ	ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ แต่ไม่ ถูกต้องตามหลัก วิทยาศาสตร์ และอ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่ไม่ เกี่ยวข้องหรือไม่ น่าเชื่อถือ	ไม่ระบุเหตุผลที่ สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ และไม่ อ้างอิง แหล่งข้อมูล

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>	เขียนสื่อความได้	เขียนสื่อความได้	เขียนสื่อความได้	เขียนไม่สื่อความ
การเขียนสื่อความ	ชัดเจนทั้งหมด	ค่อนข้างชัดเจน	ไม่ชัดเจน ใช้	ใช้ภาษาที่ยาก ไม่
ได้ชัดเจน ใช้ภาษา	ใช้ภาษาอ่านง่าย	ใช้ภาษาอ่านง่าย	ภาษาที่ค่อนข้าง	ถูกต้องตามหลัก
อ่านง่าย ถูกต้อง	เขียนได้ถูกต้อง	แม้เขียนไม่	ยาก ไม่ถูกต้อง	ภาษา และไม่
ตามหลักภาษา	ตามหลักภาษา	ถูกต้องตามหลัก	ตามหลักภาษา	ระบุคำศัพท์ทาง
หากมีการใช้	และระบุคำศัพท์	ภาษา แต่ระบุ	และระบุคำศัพท์	วิทยาศาสตร์
คำศัพท์ทาง	ทางวิทยาศาสตร์	คำศัพท์ทาง	ทางวิทยาศาสตร์	
วิทยาศาสตร์	ได้อย่างถูกต้อง	วิทยาศาสตร์ได้	ที่ไม่ถูกต้อง	
สามารถเลือกใช้ใช้ได้	เหมาะสม	อย่างถูกต้อง		
อย่างถูกต้อง		เหมาะสม		
เหมาะสม				
<b>ด้านการเรียบเรียง</b>	เรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเนื้อหา
<b>เนื้อหา</b>	ได้อย่างต่อเนื่อง	ได้อย่างต่อเนื่อง	ได้ค่อนข้าง	ไม่ต่อเนื่อง
การเรียบเรียง	สัมพันธ์กัน แต่	สัมพันธ์กัน บาง	ต่อเนื่องสัมพันธ์	สัมพันธ์กัน แต่ละ
เนื้อหาได้อย่าง	ละย่อหน้า	ย่อหน้าจำแนก	กัน แต่ละย่อหน้า	ย่อหน้าขาดการ
ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน	จำแนกประเด็น	ประเด็นได้อย่าง	ขาดการจำแนก	จำแนกประเด็นที่
แต่ละย่อหน้า	ได้อย่างชัดเจน	ชัดเจน	ประเด็นที่ชัดเจน	ชัดเจน
จำแนกประเด็นได้				
อย่างชัดเจน				

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์			
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
ด้านการเทียบเคียง	เปรียบเทียบ	เปรียบเทียบ	เปรียบเทียบ	ไม่พบการเปรียบเทียบ
การเปรียบเทียบ	มโนทัศน์ทาง	มโนทัศน์ทาง	มโนทัศน์ทาง	เทียบมโนทัศน์
มโนทัศน์ทาง	วิทยาศาสตร์หนึ่ง	วิทยาศาสตร์หนึ่ง	วิทยาศาสตร์หนึ่ง	ทางวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์หนึ่ง	กับสิ่งอื่น หรือ	กับสิ่งอื่น หรือ	กับสิ่งอื่น หรือ	หนึ่งกับสิ่งอื่น
กับสิ่งอื่น หรือการ	เชื่อมโยงกับชีวิต	เชื่อมโยงกับ	เชื่อมโยงกับ	หรือเชื่อมโยงกับ
เชื่อมโยงกับ	ประจำวันได้	ชีวิตประจำวันได้	ชีวิตประจำวันได้	ชีวิตประจำวัน
ชีวิตประจำวันได้	อย่างถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	แต่ไม่ถูกต้อง	
อย่างถูกต้อง	เหมาะสม	แต่ไม่สอดคล้อง	และไม่สอดคล้อง	
เหมาะสม	สอดคล้องกับ	กับเนื้อหา	กับเนื้อหา	
	เนื้อหา			

ทั้งนี้เกณฑ์ข้างต้นใช้เป็นกรอบในการประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยในแต่ละหัวข้อของแบบวัดจะมีรายละเอียดของพฤติกรรมบ่งชี้ที่มีรายละเอียดจำเพาะเจาะจงต่อการประเมินเพื่อตรวจให้คะแนนในแต่ละเนื้อหาแตกต่างกันออกไป (ตัวอย่างดังภาคผนวก ข)

8) นำแบบวัดและเกณฑ์การประเมินที่ปรับแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน ประกอบด้วย แบบวัดก่อนเรียน เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย และแบบวัดหลังเรียน เรื่อง ต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์ จากนั้นนำแบบวัดที่ผ่านการตรวจให้คะแนนแล้วโดยผู้วิจัยมาตรวจสอบความสอดคล้องในการให้คะแนน (Rater Agreement Index : RAI) ระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และครูวิทยาศาสตร์ โดยค่า RAI ที่ได้มีค่า 0.62 และ 0.85 ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สอบถามเพิ่มเติมกับผู้เชี่ยวชาญ และร่วมกันอภิปรายในข้อที่มีการตรวจให้คะแนนไม่สอดคล้องกัน เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกันในการตรวจให้คะแนน ผลการอภิปรายสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังนี้

เกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบ ควรให้น้ำหนักที่แตกต่างกัน โดยเน้นด้านความถูกต้องของเนื้อหา และการให้เหตุผล เพราะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ต้องเน้นเนื้อหาที่ถูกต้องและมี

หลักฐานหรือเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือเป็นสำคัญ จึงเป็นองค์ประกอบที่ควรให้น้ำหนักมากกว่า ส่วนองค์ประกอบด้านการใช้ภาษา การเรียบเรียง และการเทียบเคียง ถือเป็นทักษะทางด้านภาษาเฉพาะบุคคล ผู้วิจัยจึงปรับสัดส่วนและเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังตาราง 9

ตาราง 9 ร้อยละของน้ำหนักคะแนน และคะแนนเต็มของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	น้ำหนักคะแนน (ร้อยละ)	คะแนนเต็ม
ความถูกต้องของเนื้อหา	25	9
การให้เหตุผล	25	9
การใช้ภาษา	16.67	6
การเรียบเรียง	16.67	6
การเทียบเคียง	16.67	6

จากการปรับน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบข้างต้น ทำให้คะแนนเต็มทั้งหมดคิดเป็น 36 คะแนน และมีรายละเอียดในการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบ ดังตาราง 10-12

ตาราง 10 ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เมื่อคิดคะแนนทั้งหมด มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน

คะแนน	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
28.81 - 36.00	ดีมาก
23.41 - 28.80	ดี
18.01 - 23.40	พอใช้
0.00 - 18.00	ปรับปรุง

ตาราง 11 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความถูกต้องของเนื้อหา และการให้เหตุผล มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน

คะแนน	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
7.21 - 9.00	ดีมาก

คะแนน	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
5.86 - 7.20	ดี
4.51 - 5.85	พอใช้
0.00 - 4.50	ปรับปรุง

ตาราง 12 ช่วงคะแนนและระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านการใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

คะแนน	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
4.81 - 6.00	ดีมาก
3.91 - 4.80	ดี
3.01 - 3.90	พอใช้
0.00 - 3.00	ปรับปรุง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ติดต่อขอความอนุเคราะห์จากทางโรงเรียน โดยจัดทำจดหมายเรียนถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการวิจัยและเก็บข้อมูล เมื่อได้รับอนุญาตจึงเข้าพบคุณครูหมวดวิทยาศาสตร์ และได้จัดทำหนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยสำหรับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาและผู้ปกครอง เพื่อรับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย ตลอดจนขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติ โดยนักเรียนมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากกรวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์

#### 4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

##### 4.1 การเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ก่อนจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งเป็นแบบวัดอัตนัยที่มีข้อคำถามปลายเปิดให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการเขียนโดยเลือก 1 หัวข้อ จาก 3 หัวข้อที่กำหนดให้ หัวข้อที่ให้

นักเรียนเลือกนั้นเป็นเนื้อหา เรื่อง การรักษาตุลยภาพของร่างกาย ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบสำหรับเป็นแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมให้นักเรียนเพื่อใช้ในการเขียน กำหนดความยาวของผลงานไม่น้อยกว่า 1 หน้ากระดาษ และให้เวลาในการเขียน 3 ชั่วโมง จากนั้นแนะนำรายวิชาเรียน ชี้แจงจุดประสงค์ วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง บทบาทของครูและบทบาทนักเรียนแก่กลุ่มที่ศึกษา

#### 4.2 ระหว่างดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์ตามขั้นตอนดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 15 คาบ คาบละ 50 นาที การสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยตรวจผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและวิเคราะห์พัฒนาการในการเขียนงานรายคู่แต่ละครั้ง ร่วมกับการเก็บข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรม และ แบบบันทึกสะท้อนคิดในแต่ละบทเรียน

#### 4.3 ระยะเวลาหลังดำเนินการทดลอง

1) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบวัดอัตโนมัติมีข้อความปลายเปิดให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานการเขียนโดยเลือก 1 หัวข้อ จาก 3 หัวข้อที่กำหนดให้ หัวข้อที่ให้นักเรียนเลือกนั้นเป็นเนื้อหา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และพฤติกรรมของสัตว์ พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบสำหรับเป็นแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมให้นักเรียนเพื่อใช้ในการเขียน กำหนดความยาวของผลงานไม่น้อยกว่า 1 หน้ากระดาษ และให้เวลาในการเขียน 3 ชั่วโมง ผลงานเขียนรายบุคคลได้รับการประเมินจากผู้วิจัย โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

2) นำคะแนนที่ได้จากการประเมินผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมาวิเคราะห์เพื่ออภิปรายผลตามวัตถุประสงค์

3) นำผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 65 ด้วยสถิติทดสอบทีของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test) และนำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ มาเทียบกับช่วงคะแนนเพื่อระบุระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

2) หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) ของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ และคะแนนเฉลี่ยโดยรวมหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) จากการจัดกลุ่มข้อความที่นักเรียนเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยแยกตามองค์ประกอบในการประเมินการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง เพื่อบรรยายลักษณะตัวอย่างผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ และวิเคราะห์รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ

3) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระต่อกัน (Paired sample t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

4) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยายโดยการหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิง

คุณภาพจากแบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถดังกล่าว เพื่อใช้อธิบายลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

#### 6. จริยธรรมและคุณธรรมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ขออนุญาตเพื่อขอความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้ปกครอง และนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาก่อนทำการวิจัยและเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติให้ผู้ปกครองและนักเรียนทราบโดยละเอียด นักเรียนสามารถถอนตัวออกจากกรวิจัยได้ตามประสงค์หรือยกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยโดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากกรวิจัยจะไม่ส่งผลต่อคะแนนสอบและผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะไม่ใช้ข้อมูลของนักเรียนที่ถอนตัวออกดังกล่าวในการเขียนรายงานผลการวิจัย ทั้งนี้ข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนจะได้รับการลบล้างหรือนามสมมติ ผลการวิจัยจะเป็นการรายงานโดยภาพรวมซึ่งไม่สามารถสืบย้อนไปยังนักเรียนได้



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลข้อมูล คือ คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

1.2 การศึกษาระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

2.2 การศึกษาระดับความสามารถที่เปลี่ยนแปลงของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

## ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

การวิเคราะห์ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ซึ่งมอบหมายให้นักเรียนเขียนบทความวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนเลือก 1 หัวข้อจาก 3 หัวข้อที่กำหนดให้ แล้วนำงานเขียนนั้นมาประเมินโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ แบ่งเป็น 5 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา การให้เหตุผล การใช้ภาษา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเทียบเคียง จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ ดังนี้

### 1.1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้สถิติทดสอบทีของกลุ่มที่ศึกษากลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test) โดยเทียบกับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพสมรรถนะในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าทีของกลุ่มที่ศึกษาเทียบกับเกณฑ์ (one sample t-test)

การทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	$SD$	เกณฑ์ร้อยละ	t	p-value
หลังเรียน	22	36	27.50	76.39	4.68	65	2.31*	0.0157

\*p < .05

จากตาราง 13 พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เท่ากับ 27.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.39 สูงกว่าเกณฑ์ระดับดีหรือร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

## 1.2 การศึกษาระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	$SD$	
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	9	6.95	77.22	1.70	ดี
2. การให้เหตุผล	9	6.27	69.67	1.28	ดี
3. การใช้ภาษา	6	5.09	84.83	1.02	ดีมาก
4. การเรียบเรียงเนื้อหา	6	4.45	74.17	1.22	ดี
5. การเทียบเคียง	6	4.73	78.83	1.45	ดี
คะแนนรวม	36	27.50	76.39	4.68	ดี

จากข้อมูลในตาราง 14 เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกองค์ประกอบ องค์ประกอบที่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก คือ ด้านการใช้ภาษา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 84.83 ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี ได้แก่ ด้านการเทียบเคียง ความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงเนื้อหา และการให้เหตุผล ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดผลงานการเขียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1) **ด้านความถูกต้องของเนื้อหา** พิจารณาจาก การระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน ได้แก่ ระบุชื่อฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง แหล่งสร้างฮอร์โมน อวัยวะเป้าหมายหรือกลไกการออกฤทธิ์ ผลกระทบที่เกิดขึ้น และวิธีการหลีกเลี่ยงหรือป้องกัน

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีความถูกต้องของเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก  
งานเขียน เรื่อง "คอร์ติซอลกับความเครียด"

"...เมื่อร่างกายเกิดภาวะตึงเครียดขึ้น และตกอยู่ในความเครียดเป็นเวลานาน จะส่งผลให้ฮอร์โมนในร่างกายไม่สมดุล ร่างกายจึงมีการปรับสมดุล โดยต่อมใต้สมองส่วนหน้าจะกระตุ้นให้ต่อมหมวกไตส่วนนอกหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลออกมา หากฮอร์โมนคอร์ติซอลนี้หลังผิดปกติจะส่งผลต่อร่างกายแตกต่างกัน

กรณีที่ฮอร์โมนคอร์ติซอลหลังมากจนเกินไปเนื่องจากตกอยู่ในภาวะตึงเครียดเป็นเวลานานมาก ในบางรายอาจก่อให้เกิดอาการทางจิต ทำให้เซลล์ประสาทฝ่อและลดจำนวนลง รวมถึงเกิดอาการซึมเศร้าได้ ขณะเดียวกันร่างกายเข้าใจว่าเราต้องการพลังงานมาก เลยส่งผลให้เราหิวง่ายกว่าปกติ ทำให้รู้สึกอยากอาหาร โดยเฉพาะอาหารที่มีน้ำตาลและไขมันสูง เพราะคอร์ติซอลกระตุ้นเซลล์ตับให้เปลี่ยนกรดไขมันและกรดอะมิโนบางตัวเป็นกลูโคส ดังนั้นระดับน้ำตาลในเลือดจึงสูงขึ้น และมีการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้น้ำหนักเพิ่ม หรือมีความดันโลหิตสูงได้ แต่หากฮอร์โมนนี้หลังน้อยเกินไป จะทำให้เวียนหัว อ่อนเพลีย น้ำหนักลด ความดันต่ำ รวมทั้งอาการนอนหลับไม่สนิทซึ่งอาจเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

วิธีการแก้ปัญหาทำได้ไม่ยาก โดยวิธีที่แก้ไขได้ตรงจุด คือ แก้ไขปัญหาที่ก่อให้เกิดความเครียด หากเราเลี้ยงปัญหานั้นได้ความเครียดก็จะลดลง รวมถึงหากิจกรรมที่ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย และการปรับสมดุลชีวิตโดยการพักผ่อนให้เพียงพอ ออกกำลังกาย และทานอาหารให้ตรงเวลา"

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และครบถ้วน ทั้งการระบุชื่อฮอร์โมนคอร์ติซอล บอกแหล่งผลิตฮอร์โมนดังกล่าวในเนื้อความที่ว่า "ต่อมหมวกไตส่วนนอกหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลออกมา" อธิบายกลไกการออกฤทธิ์ และผลกระทบได้สอดคล้องกันว่า "คอร์ติซอลกระตุ้นเซลล์ตับให้เปลี่ยนกรดไขมันและกรดอะมิโนบางตัวเป็นกลูโคส ดังนั้นระดับน้ำตาลในเลือดจึงสูงขึ้น และมีการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้น" นอกจากนี้นักเรียนยังนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดความเสี่ยงต่อความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นจากฮอร์โมนดังกล่าว ดังนั้นในด้านความถูกต้องของเนื้อหา นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาอยู่ในระดับดีมาก

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีความถูกต้องของเนื้อหาอยู่ในระดับดี

งานเขียน เรื่อง "คอร์ติซอลกับความเครียด"

"ความเครียดเป็นอารมณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อเราต้องประสบปัญหาต่างๆ ทำให้รู้สึกกดดัน ไม่สบายใจ หรือกังวล

เมื่อความเครียดเกิดขึ้นอาจทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น หน้ามืด ความดันโลหิตสูง เป็นต้น ... ร่างกายจะกระตุ้นต่อมใต้สมองให้หลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตที่ชื่อว่า คอร์ติซอล (cortisol) หรือเรียกได้อีกชื่อว่าเป็นฮอร์โมนแห่งความเครียด เมื่อฮอร์โมนนี้สูงขึ้นส่งผลให้เราารู้สึกหิวง่ายกว่าปกติ อยากของหวาน กระตุ้นให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น และเพิ่มการสะสมของไขมันมากขึ้น จนนำไปสู่อาการอ้วนลงพุงจากภาวะเครียดนั่นเอง

นอกจากนี้อาจส่งผลถึงด้านจิตใจ เช่น ทำให้เราหมกมุ่นครุ่นคิด ขาดสมาธิ เคร้าซึม และวิตกกังวล ส่วนด้านพฤติกรรม อาจมีการเบื่ออาหารหรือหิวอยู่ตลอดเวลา นอนหลับยาก และมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง ... จึงควรปรับสมดุลชีวิตเพื่อลดความเครียดที่เกิดขึ้น..."

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถระบุเนื้อหาสำคัญได้ครบถ้วนและถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ทั้งการระบุชื่อฮอร์โมน แหล่งสร้างฮอร์โมน กลไกการออกฤทธิ์ ผลกระทบที่เกิดขึ้น และวิธีแก้ไข แต่เนื้อหาบางส่วนที่น่าเสนอยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ และอาจทำให้ผู้รับสารเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ ดังข้อความที่ว่า "ร่างกายจะกระตุ้นต่อมใต้สมองให้หลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตที่ชื่อว่า คอร์ติซอล" ซึ่งที่ถูกต้อง คือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้าจะหลั่งฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิกฮอร์โมน (adrenocorticotrophic hormone หรือ ACTH) ไปกระตุ้นต่อมหมวกไตส่วนนอกให้หลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลออกมา ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

2) ด้านการให้เหตุผล พิจารณาจาก การให้เหตุผลสอดคล้องกับประเด็นที่น่าเสนอ ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการให้เหตุผลอยู่ในระดับดีมาก

งานเขียน เรื่อง "ภาวะกระดูกพรุน"

"กระดูกประกอบไปด้วยโปรตีน คอลลาเจน และแคลเซียม โดยมีเกลือแคลเซียมฟอสเฟตเป็นตัวทำให้ทนต่อแรงดึงรั้ง ดังนั้นการขาดแคลเซียมจึงทำให้กระดูกบาง ไม่หนาแน่น กระดูกจึงแตกหักได้ง่าย...

โรคนี้เป็นโรคเรื้อรังที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุ และผู้หญิงในวัยหมดประจำเดือน ... ในผู้สูงอายุเกิดจากความเสื่อมตามอายุที่มีการสะสมของการเสียมดุลระหว่างการสร้างและการสลายของกระดูก ส่วนผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน มีสาเหตุเนื่องมาจากการขาดฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งทำให้มีอัตราเร่งของการสลายตัวของกระดูกในช่วง 10-20 ปี หลังหมดประจำเดือน นอกจากนี้ยังมีผลมาจากระบบอื่นๆ เช่น ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไป ต่อมหมวกไตหลังน้อยผิดปกติ รวมถึงการขาดแคลเซียมและวิตามินดีที่จำเป็นต่อการสร้างกระดูก"

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่สอดคล้องกับประเด็นที่นำเสนอ และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือขยายความได้ถูกต้องทั้งหมด ดังนี้

- 1) การขาดแคลเซียมทำให้กระดูกบาง เพราะแคลเซียม คือแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระดูก
- 2) โรคกระดูกพรุนพบได้บ่อยในผู้สูงอายุ และผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน นักเรียนสามารถให้เหตุผลโดยอาศัยหลักหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่นำเสนอ และเป็นแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือมากกว่า 3 แหล่ง ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดีมาก

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี

งานเขียน เรื่อง "ภาวะกระดูกพรุน"

"โรคกระดูกพรุน คือภาวะที่ความหนาแน่นของกระดูกลดลง และโครงสร้างของกระดูกเสื่อมคุณภาพ ทำให้กระดูกเปราะบาง และมีโอกาสหักหรือยุบตัวได้ง่าย ...

โรคกระดูกพรุนมักเกิดกับสตรีวัยหมดประจำเดือน หรือผู้ชายอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป เนื่องจากโดยปกติแล้วร่างกายมนุษย์จะมีการสร้างและทำลายกระดูกอยู่ตลอดเวลา แต่มีบางภาวะที่อาจส่งผลให้

การสร้างและทำลายมวลกระดูกผิดปกติ เช่น คนที่หมดประจำเดือน ฮอร์โมนเพศหญิงลดน้อยลง ทำให้มีการทำลายมวลกระดูกมากขึ้นและสร้างได้น้อยลง กลายเป็นโรคกระดูกพรุนในที่สุด

โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวได้น้อยลง หลังโก่ง หลังค่อม ติดเชื้ใน กระแสเลือดและในกระเพาะปัสสาวะ ปอดบวม ... เราจึงควรป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุนที่อาจเกิดขึ้นกับตัวเรา ซึ่งทำได้โดยการรับประทานอาหารครบ 5 หมู่ เน้นอาหารที่มีแคลเซียมสูงซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างมวลกระดูก "

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลสอดคล้องกับประเด็นที่นำเสนอได้ และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือขยายความได้ถูกต้อง บางส่วน อ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ ดังในย่อหน้าที่กล่าวว่า โรคกระดูกพรุนมักเกิดกับสตรีวัยหมดประจำเดือน หรือผู้ชายอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป นักเรียนได้ให้เหตุผลว่า ฮอร์โมนเพศหญิงที่ลดลงในสตรีวัยหมดประจำเดือน ทำให้มีการทำลายมวลกระดูกมากขึ้น แต่ขาดการให้เหตุผลว่าเหตุใดผู้ชายอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไปจึงมักมีภาวะกระดูกพรุนตามที่กล่าวอ้างในเนื้อความ ดังนั้นในด้านการให้เหตุผล นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

**3) ด้านการใช้ภาษา** พิจารณาจาก การเขียนสื่อความได้ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา หากมีการใช้คำศัพท์ทางวิชาการสามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และมีการอธิบายขยายความคำศัพท์ที่ชัดเจน

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการใช้ภาษาอยู่ในระดับดีมาก

งานเขียน เรื่อง "พีโรโมนของผึ้งนางพญา"

"...ส่วนผึ้งตัวผู้มันนับว่าน่าสงสารมาก มันเกิดจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม มีอายุสั้นและอ่อนแอ ไม่มีอวัยวะพิเศษที่ทำหน้าที่ในการให้อาหาร ถูกสร้างขึ้นในช่วงฤดูผสมพันธุ์เท่านั้น จึงเกิดมาเพื่อทำหน้าที่ผสมพันธุ์กับนางพญาแล้วตายไป

ผึ้งนางพญาที่กุมอำนาจในรังนั้นเป็นผึ้งเพศเมีย เกิดจากไข่ที่ได้รับการผสม ทำหน้าที่วางไข่เพียงตัวเดียวในรัง หมายความว่าผึ้งในรังทุกตัวจะเกิดจากแม่เดียวกันก็คือผึ้งนางพญานั้นเอง...

ผึ้งสื่อสารกันสองรูปแบบจากการเต้น และการปล่อยฟีโรโมน สำหรับการเต้นนั้นจะเป็นการสื่อสารของผึ้งงานเพื่อบอกตำแหน่งที่อยู่ของแหล่งอาหาร ส่วนผึ้งนางพญาจะปล่อยสารเคมีที่มีชื่อว่า queen pheromone หรือ กลิ่นราชินี ออกมาจากต่อมग्रามเพื่อควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกในรัง ฟีโรโมนนี้ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทันที มันจะค่อยๆ ส่งผลต่อระบบสรีรวิทยาและทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป เมื่อผึ้งงานได้รับกลิ่นฟีโรโมนนี้ทางหมวดและจากการกินตอนเลียทำความสะอาดนางพญา สารนี้จะไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของรังไข่และการสร้างไข่ อวัยวะสืบพันธุ์ไม่เจริญ ทำให้ผึ้งงานเป็นหมัน...

แมลงตัวเล็กๆ อย่างผึ้งเองก็มีสังคม วรรณะ และการสื่อสารในแบบของพวกมันเอง และเพราะมีฟีโรโมนที่ผึ้งนางพญาปล่อยออกมาเพื่อควบคุมผึ้งตัวอื่นๆ นี้แหละ จึงทำให้ผึ้งนางพญาเป็นผู้กุมอำนาจและปกครองรังของผึ้งเพียงหนึ่งเดียว"

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนสื่อความได้ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา และยังใช้คำเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อ่านเกิดความรู้สึกร่วม เช่น ผึ้งตัวผู้นั้นนับว่า น่าสงสารมาก จากนั้นจึงอธิบายเพิ่มเติมว่าเป็นเพราะมีหน้าที่ในการผสมพันธุ์เท่านั้น และเมื่อใช้คำศัพท์ทางวิชาการอย่าง Queen Pheromone ก็มีการอธิบายขยายความบทบาทของฟีโรโมนดังกล่าวเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในด้านการใช้ภาษา นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดีมาก

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการใช้ภาษาอยู่ในระดับดี

งานเขียน เรื่อง "ฟีโรโมนกับผึ้งนางพญา"

"ผึ้งนางพญา เมื่อดูจากชื่อแล้วก็คงบอกได้เลยว่านี่ต้องเป็นผึ้งที่เป็นผู้นำอย่างแน่นอน ด้วยลักษณะของนางพญาที่มีตัวใหญ่และยาวกว่าผึ้งวรรณะอื่น มีอายุยืนมากกว่า เป็นผึ้งที่สามารถวางไข่ได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถปล่อยฟีโรโมนได้อีกด้วย

ในสังคมผึ้ง ประชากรหลัก คือ ประชากรของผึ้งงานที่มีเป็นจำนวนมาก ซึ่งล้วนเป็นผึ้งตัวเมีย แต่ทุกคนคงสงสัยว่าทำไมจึงมีผึ้งนางพญาได้เพียงตัวเดียว นั่นเป็นเพราะว่าผึ้งงานเหล่านี้เป็นหมัน กล่าวคือผึ้งงานไม่สามารถตั้งท้องได้เนื่องจากสารเคมีหรือฟีโรโมน (pheromone) ที่ผึ้งนางพญาปล่อยออกมา"



จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนสื่อความได้ค่อนข้างชัดเจน อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่คำที่เลือกใช้บางคำอาจไม่ถูกต้องตามหลักภาษา เช่น ผีงานไม่สามารถตั้งท้องได้ ซึ่งควรใช้คำว่า ไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ ทั้งนี้ นักเรียนยังระบุคำศัพท์ทางวิชาการ คือ คำว่าฟีโรโมน และกำกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้ข้างท้าย แต่ขาดการอธิบายบทบาทของฟีโรโมนเพิ่มเติมให้เข้าใจ ดังนั้นในด้านการใช้ภาษา นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

**4) ด้านการเรียบเรียงเนื้อหา** พิจารณาจาก การเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการเรียบเรียงเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก

งานเขียน เรื่อง "ฟีโรโมนของผีนางพญา"

"มนุษย์ไม่ได้เป็นเพียงสัตว์ชนิดเดียวบนโลกที่มีชนชั้นวรรณะ เพื่อนร่วมโลกของเรา เช่น ผี ก็มีชนชั้นและสังคมในแบบของมันเองด้วยเช่นกัน

ผีมีวิธีการสื่อสาร ประสานงาน และแบ่งหน้าที่ในรังกันอย่างชัดเจน โดยแบ่งวรรณะของผีออกได้เป็น 3 วรรณะ ได้แก่ ผีนางพญา ผีงาน และผีตัวผู้ โดยผีนางพญาเป็นผีที่มีอำนาจสูงสุดในรังและมีเพียงตัวเดียว ... ส่วนผีตัวผู้มันนับว่าน่าสงสารมาก มันเกิดจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม มีอายุสั้นและอ่อนแอ ไม่มีอวัยวะพิเศษที่ทำหน้าที่ในการให้อาหาร ถูกสร้างขึ้นในช่วงฤดูผสมพันธุ์เท่านั้น จึงเกิดมาเพื่อทำหน้าที่ผสมพันธุ์กับนางพญาแล้วตายไป

ผีนางพญาที่กุมอำนาจในรังนั้นเป็นผีเพศเมีย เกิดจากไข่ที่ได้รับการผสม ทำหน้าที่วางไข่เพียงตัวเดียวในรัง หมายความว่าผีในรังทุกตัวจะเกิดจากแม่เดียวกันก็คือผีนางพญานั้นเอง นางพญาจะมีขนาดตัวที่ใหญ่และยาวกว่าผีทุกระวรรณะ มีปีกที่สั้นและเคลื่อนไหวช้า...

ผีสื่อสารกันสองรูปแบบจากการเดิน และการปล่อยฟีโรโมน สำหรับการเดินนั้นจะเป็นการสื่อสารของผีงานเพื่อบอกตำแหน่งที่อยู่ของแหล่งอาหาร ส่วนผีนางพญาจะปล่อยสารเคมีที่มีชื่อว่า queen pheromone หรือ กลิ่นราชินี ออกมาจากต่อมग्रามเพื่อควบคุมพฤติกรรมของสมาชิกในรัง ฟีโรโมนนี้ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทันที มันจะค่อย ๆ ส่งผลต่อระบบสรีรวิทยาและทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป เมื่อผีงานได้รับกลิ่นฟีโรโมนนี้ทางหนวดและจากการกินตอนเลียทำ

ความสะอาดนางพญา สารนี้จะไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของรังไข่และการสร้างไข่ อวัยวะสืบพันธุ์ไม่เจริญ ทำให้ผึ้งงานเป็นหมัน...

แมลงตัวเล็ก ๆ อย่างผึ้งเองก็มีสังคม วรรณะ และการสื่อสารในแบบของพวกมันเอง และเพราะมีฟีโรโมนที่ผึ้งนางพญาปล่อยออกมาเพื่อควบคุมผึ้งตัวอื่น ๆ นี้แหละ จึงทำให้ผึ้งนางพญาเป็นผู้กุมอำนาจและปกครองรังของผึ้งเพียงหนึ่งเดียว"

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน โดยลำดับเนื้อหาจากสังคมของผึ้ง การแบ่งวรรณะ ลักษณะของผึ้งนางพญา การสื่อสารของผึ้ง รวมทั้งบทบาทของฟีโรโมน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน มีส่วนประกอบครบถ้วน ได้แก่ ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา ส่วนสรุป และในแต่ละย่อหน้ามีใจความที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ดังนั้นในด้านการเรียบเรียงเนื้อหา นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดีมาก

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการเรียบเรียงเนื้อหาอยู่ในระดับดี

งานเขียน เรื่อง "ฟีโรโมนของผึ้งนางพญา"

"หากพูดถึงฮอร์โมนที่สัตว์ใช้ดึงดูดเพศตรงข้ามในฤดูผสมพันธุ์ ผู้คนส่วนมากมักจะรู้จักกันในชื่อฟีโรโมน (Pheromone) แต่ทราบหรือไม่ว่า ฟีโรโมนยังมีหน้าที่และประโยชน์อีกมากนอกเหนือจากช่วงสืบพันธุ์ เราจะมาศึกษาการใช้ฟีโรโมนของผึ้งนางพญาที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของผึ้งอย่างมาก

ผึ้งเป็นสัตว์สังคม เนื่องจากมีการแบ่งฝ่ายติดต่อประสานงานกันตลอดช่วงการดำเนินชีวิต จึงเกิดวิธีการสื่อสารต่าง ๆ หนึ่งในวิธีการเหล่านั้น คือ การใช้ฟีโรโมนของนางพญาผึ้ง ซึ่งเป็นผึ้งเพศเมียที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ วางไข่ และควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของรัง โดยใน 1 รัง จะมีผึ้งนางพญาเพียง 1 ตัว มีลักษณะพิเศษ คือ ขนาดลำตัวมีขนาดใหญ่และยาวกว่าผึ้งทุกประเภท และมีอายุยืนยาวประมาณ 1-2 ปี ... ผึ้งนางพญามีบทบาทคล้ายราชินีผู้สูงศักดิ์ เช่น จะมีผึ้งงานซึ่งทำหน้าที่คอยดูแลป้อนอาหาร นำของเสียไปทิ้งให้ ส่วนนางพญามีหน้าที่เพียงวางไข่ และปล่อยฟีโรโมนออกมาเพื่อควบคุมการทำงานของสมาชิกอื่น ๆ ในรัง ฟีโรโมนนี้ยังยับยั้งการเจริญเติบโตของรังไข่ในผึ้งงาน ทำให้ผึ้งงานเป็นหมัน อีกทั้งยังดึงดูดหรือส่งสัญญาณให้ผึ้งตัวผู้มาผสมพันธุ์ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ด้วย

นอกเหนือจากพีโรโมนซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณและคำสั่งต่าง ๆ แล้ว ยังมีการสื่อสารด้วยวิธีการอื่น ๆ อีก เช่น การเต้นเพื่อบอกถึงแหล่งอาหารของผึ้งซึ่งจะแบ่งเป็นสองประเภท คือ การเต้นแบบวงกลม และการเต้นแบบส่ายท้อง ..."

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่บางย่อหน้ายังขาดการจำแนกประเด็นที่ชัดเจน โดยนักเรียนอธิบายสังคมของผึ้ง ลักษณะของผึ้ง นางพญา และบทบาทของพีโรโมนรวมไว้ในย่อหน้าเดียวกัน และในย่อหน้าสุดท้ายอธิบายการสื่อสารด้วยวิธีการอื่น ๆ ซึ่งในภาพรวมถือว่าเนื้อหาลำดับได้อย่างสอดคล้อง แต่ยังขาดความเป็นเอกภาพในแต่ละย่อหน้า และขาดส่วนสรุป ดังนั้นในด้านการเรียบเรียงเนื้อหา นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

5) ด้านการเทียบเคียง พิจารณาจาก การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือ การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการเทียบเคียงอยู่ในระดับดีมาก

งานเขียน เรื่อง "ภาวะกระดูกพรุน"

"เคยหรือไม่ ที่บางครั้งวัดส่วนสูงของตัวเองแล้วรู้สึกที่ตัวเองเตี้ยลง หรือเวลาที่เกิดอุบัติเหตุแล้วกระดูกหักง่าย แม้เป็นเพียงอุบัติเหตุที่เล็กน้อยก็ตาม หากมีอาการเหล่านี้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ควรรีบปรึกษาแพทย์เพื่อรับการตรวจอย่างละเอียด เพราะท่านอาจเผชิญอยู่กับโรคกระดูกพรุน..."

...นอกจากนี้การขาดแคลเซียมยังเป็นสาเหตุที่ทำให้กระดูกบาง ไม่หนาแน่น กระดูกจึงแตกหักได้ง่ายก็เหมือนกับบ้านที่ถูกปลวกแทะกินโครงบ้านจนทรุด"

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับสิ่งอื่นได้ โดยเปรียบเทียบกระดูกที่บาง ไม่หนาแน่น เหมือนกับบ้านที่ถูกปลวกแทะจนโครงบ้านมีรูพรุน นอกจากนี้ยังเชื่อมโยงภาวะกระดูกพรุนเข้ากับชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมจากการตั้งคำถามในย่อหน้าแรกเพื่อให้ผู้อ่านเทียบเคียงจากประสบการณ์ของตนเอง ทำให้เกิดความรู้สึกร่วมมากขึ้น ดังนั้นในด้านการเทียบเคียง นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดีมาก

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการเทียบเคียงอยู่ในระดับดี

งานเขียน เรื่อง "ภาวะกระดูกพรุน"

"ทุกคนเคยสังเกตกันไหมว่า คนเฒ่าคนแก่มีกระดูกของไม่ค่อยไหว อีกทั้งยังหลังโก่งหลังค่อมอีกด้วย นั่นก็เพราะอายุที่มากขึ้น ทำให้กระดูกเปราะบาง แถมยังมีโอกาสหกล้มได้ง่ายจนถึงขั้นกระดูกหักได้อีกด้วย แล้วภาวะเหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีวิธีการดูแลรักษาหรือไม่ เราจะไปหาคำตอบกัน

โรคกระดูกพรุน ตอนได้ยินครั้งแรกทุกคนอาจเห็นภาพเป็นกระดูกเราที่มีรูเหวอะหะ แต่ไม่ใช่โรคกระดูกพรุนเป็นโรคหนึ่งที่มีผลของกระดูกลดลงอันมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัย..."

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประเด็นที่น่าเสนอเข้ากับชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม โดยการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้อ่านเทียบเคียงกับประสบการณ์ของตนเอง และเลือกใช้คำเปรียบให้เกิดจินตภาพได้ชัดเจนขึ้น ดังข้อความที่ว่า โรคกระดูกพรุน ตอนได้ยินครั้งแรกทุกคนอาจเห็นภาพเป็นกระดูกที่มีรูเหวอะหะ ดังนั้นในด้านการเทียบเคียง นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับดี

ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มีการเทียบเคียงอยู่ในระดับพอใช้

งานเขียน เรื่อง "ภาวะกระดูกพรุน"

"เมื่อเริ่มแรกเกิด เด็กทารกจะเป็นที่น่าเป็นห่วงของพ่อแม่ เพราะมีร่างกายที่ยังไม่แข็งแรงและภูมิคุ้มกันต่ำ ในทางกลับกันเมื่ออายุเพิ่มขึ้นเข้าสู่วัยชรา นั่นก็คือช่วงอายุของคุณตาคุณยายของเรา ยิ่งท่านแก่ขึ้นก็จะเป็นโรคต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ แต่ยังมีอีกโรคที่มีความสำคัญไม่แพ้กัน คือโรคกระดูกพรุน..."

จากคำบรรยายข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้แต่ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับเนื้อหา เนื่องจากนักเรียนเปรียบเทียบร่างกายของเด็กทารกกับร่างกายของวัยชราโดยไม่ได้มุ่งเน้นที่ประเด็นโครงสร้างหรือมวลกระดูกจึงไม่สอดคล้องหรือสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ ดังนั้นในด้านการเทียบเคียง นักเรียนจึงได้รับการพิจารณาให้อยู่ในระดับพอใช้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนดระดับความสามารถ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก มีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 28.81 - 36.00 คะแนน ระดับดี มีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 23.41 - 28.80 คะแนน ระดับพอใช้ มีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 18.01 - 23.40 คะแนน และระดับปรับปรุง มีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 0.00 - 18.00 คะแนน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (paired sample t-test) ผลปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และระดับความสามารถของคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ค่าเฉลี่ย / ค่าสถิติ	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	$SD$	ระดับ ความสามารถ	t	p-value
ก่อนเรียน	22.00	61.11	3.93	พอใช้	5.53	0.00
หลังเรียน	27.50	76.39	4.68	ดี		

\*p < .05

จากข้อมูลในตาราง 15 พบว่า คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.11 จัดเป็นความสามารถในระดับพอใช้ และหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.39 จัดเป็นความสามารถในระดับดี เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (paired sample t-test) พบว่าคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสาร

ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาระดับความสามารถสูงขึ้น ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังเรียน

ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดีมาก	1	4.55	8	36.37
ดี	6	27.27	10	45.45
พอใช้	11	50.00	4	18.18
ปรับปรุง	4	18.18	0	0

จากข้อมูลในตาราง 16 พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก เพิ่มขึ้นจาก 1 คน เป็น 8 คน นั่นคือ เพิ่มจากร้อยละ 4.55 เป็นร้อยละ 36.37 นักเรียนกลุ่มนี้ประกอบด้วยนักเรียนที่ก่อนเรียนมีความสามารถทั้งในระดับดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีเพิ่มขึ้นจาก 6 คน เป็น 10 คน นั่นคือ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.27 เป็นร้อยละ 45.45 นักเรียนกลุ่มนี้ประกอบด้วยนักเรียนที่ก่อนเรียนมีความสามารถทั้งในระดับดี พอใช้ และปรับปรุง อย่างไรก็ตามจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับพอใช้ลดลงจาก 11 คน เป็น 4 คน นั่นคือ ลดลงจากร้อยละ 50 เหลือเพียงร้อยละ 18.18 เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง จึงกล่าวได้ว่าหลังเรียนนักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

## 2.2 การศึกษาระดับความสามารถที่เปลี่ยนแปลงของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

ตาราง 17 ความแตกต่างของจำนวน และร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

หลังเรียน			ก่อนเรียน			ระดับ
ระดับ	จำนวน	ร้อยละ	ระดับ	จำนวน	ร้อยละ	ความสามารถที่เปลี่ยนแปลง
ความสามารถ	(คน)		ความสามารถ	(คน)		
ดีมาก	8	36.37	ดีมาก	1	4.55	ไม่เปลี่ยนแปลง
			ดี	4	18.18	1 ระดับ
			พอใช้	2	9.09	2 ระดับ
			ปรับปรุง	1	4.55	3 ระดับ
ดี	10	45.45	ดี	2	9.09	ไม่เปลี่ยนแปลง
			พอใช้	7	31.82	1 ระดับ
			ปรับปรุง	1	4.55	2 ระดับ
พอใช้	4	18.18	พอใช้	2	9.09	ไม่เปลี่ยนแปลง
			ปรับปรุง	2	9.09	1 ระดับ

จากตาราง 17 พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถที่เปลี่ยนแปลงได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 3 ระดับ 2 ระดับ 1 ระดับ และกลุ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถ นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 59.10 มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 1 ระดับ แบ่งเป็น จากระดับดีเป็นระดับดีมาก ระดับพอใช้เป็นดี และระดับปรับปรุงเป็นพอใช้ นักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 13.64 มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 2 ระดับ จากระดับพอใช้เป็นดีมาก และระดับปรับปรุงเป็นดี นักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.55 มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 3 ระดับ จากระดับปรับปรุงเป็นดีมาก และมีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่

เปลี่ยนแปลงระดับความสามารถ ได้แก่ ระดับดีมาก ดี และพอใช้ จำนวน 1 คน 2 คน และ 2 คน ตามลำดับ

แม้ว่างานวิจัยครั้งนี้ให้นักเรียนจับคู่เขียนงานตามความสมัครใจ แต่เมื่อพิจารณาการทำงานเขียนรายคู่ของนักเรียนกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถตั้งแต่ 1 ระดับ ไปจนถึง 3 ระดับ พบข้อสังเกตว่า ในคู่ที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ผู้ที่เริ่มต้นร่างงานเขียนครั้งแรกจะเป็นนักเรียนที่มีความสามารถมากกว่า ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถน้อยกว่าจะเป็นผู้ตรวจสอบและปรับปรุงงาน ดังนั้นในการฝึกทักษะการเขียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 ครั้ง ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไขงานร่วมกัน และเรียนรู้จากเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าซึ่งส่งผลให้ความสามารถของนักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งคู่ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงระดับความสามารถ พบข้อสังเกตว่า นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่มีระดับความสามารถเดียวกันและก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีอยู่แล้ว

เมื่อพิจารณาความสามารถของนักเรียนตามกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถที่แตกต่าง พบว่านักเรียนที่มีการเปลี่ยนระดับความสามารถหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ 3 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 4.55 จากระดับปรับปรุงเป็นระดับดีมาก โดยก่อนเรียนองค์ประกอบด้านความถูกต้องของเนื้อหาและการเรียบเรียงเนื้อหาที่อยู่ในระดับดี ส่วนองค์ประกอบด้านการใช้ภาษา และการเทียบเคียง อยู่ในระดับปรับปรุง และหลังเรียนทุกองค์ประกอบได้รับการพัฒนาเป็นระดับดีมาก เมื่อพิจารณาร่วมกับแบบบันทึกการสะท้อนคิดของนักเรียนในหัวข้อแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง พบว่า นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางโครงร่างก่อนการเขียน และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมากขึ้น อันเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ดังข้อความต่อไปนี้

*“ควรรหาข้อมูลสำหรับประเด็นที่สนใจก่อนที่จะวางโครงร่างการเขียนแต่ละย่อหน้า และควรรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนให้มากขึ้น”*

*(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน A, 19 สิงหาคม 2562)*

นักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 2 ระดับ และนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 1 ระดับ จากระดับพอใช้เป็นระดับดี พบข้อสังเกตที่คล้ายคลึงกันว่า ก่อนเรียนนักเรียนมี



ความสามารถด้านการใช้ภาษาอยู่ในระดับดี แต่การให้เหตุผลอยู่ในระดับปรับปรุง จากการพิจารณาผลงานการเขียนรายคู่ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดการพิจารณาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้เพื่อสนับสนุนในงานเขียนยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ แต่เมื่อพิจารณาแบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนพบว่า นักเรียนบางส่วนคำนึงถึงความสำคัญของการเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ไม่สามารถเข้าถึงได้หรือไม่เลือกใช้เนื่องจากเป็นเว็บไซต์ภาษาอังกฤษ ดังข้อความต่อไปนี้

“แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือหายาก พบน้อย มีแต่เว็บไซต์ภาษาอังกฤษ”

(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน B, 19 สิงหาคม 2562)

“ไม่รู้ว่าจะใช้อ้างอิงจากเว็บไซต์ไหนได้บ้าง แต่ชื่อคนเขียนเป็นนายแพทย์เลยคิดว่าน่าจะใช้ได้”

(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน C, 19 สิงหาคม 2562)

นอกจากนี้ นักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์เนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมในงานเขียนได้ ดังข้อความต่อไปนี้

“ไม่รู้จะอธิบายเหตุผลเพิ่มว่าอะไร”

(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน D, 26 สิงหาคม 2562)

ส่วนการสะท้อนคิดในหัวข้อแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง พบว่า นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางแผนก่อนลงมือเขียน และกระบวนการตรวจสอบแก้ไขงานร่วมกัน ดังข้อความที่ว่า

“ต้องวางแผนก่อนเขียนให้ดี และคอยช่วยกันตรวจคำผิดก่อนส่ง”

(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน E, 26 สิงหาคม 2562)

“ควรช่วยกันตรวจสอบการใช้คำ และการลำดับหัวข้อให้ดีกว่านี้”

(แบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน F, 19 สิงหาคม 2562)

จากการวิเคราะห์ผลงานการเขียนรายคู่ร่วมกับแบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนจึงสามารถสรุปข้อสังเกตได้ว่า กลุ่มนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 3 ระดับ จะให้ความสำคัญกับการวางแผนร่างก่อนการเขียน และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น อันเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง ขณะที่กลุ่มนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถ 2 ระดับ และ 1 ระดับ ให้ความสำคัญกับ

การวางแผนก่อนการเขียน และการช่วยกันตรวจสอบแก้ไขงานร่วมกัน แต่ยังคงขาดการพิจารณาแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เลือกใช้เฉพาะแหล่งข้อมูลที่เป็นเว็บไซต์ภาษาไทย และไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ขยายความหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมในงานเขียนได้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 22 คน เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ประเมินนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ และตรวจให้คะแนนด้วยเกณฑ์การประเมินที่ให้คะแนนแบบรูบริกส์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที และการวิเคราะห์เนื้อหา

### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
2. คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถอภิปรายได้ด้วยเหตุผล ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (collaborative learning) ส่งเสริมให้ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสจับคู่ แลกเปลี่ยนความรู้ ความเชื่อ แนวคิด และข้อคิดเห็นต่าง ๆ กับเพื่อน รวมทั้งตรวจสอบข้อสงสัย วางแผนการเขียน และแก้ไขปรับปรุงงานร่วมกัน เพื่อให้ได้งานเขียนที่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นไปตามที่ Gerlach (1994) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมที่มีการสื่อสารระหว่างบุคคล นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการร่วมกันสร้างสรรค์ผลงาน ร่วมมือกันแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือทำงานได้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้ Metusalem, Belenky, & DiCerbo (2017) ยังได้ระบุว่า การส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยเน้นให้มีส่วนร่วมในการสื่อสารผ่านการเขียนงานทั้งการฝึกเขียนสรุปความ เขียนบทความ และนำเสนอผลงานบนฐานของการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนที่มีประสิทธิภาพ

2. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังมีกระบวนการในการตรวจสอบความถูกต้อง และการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือข้อคิดเห็นทั้งจากเพื่อนนักเรียน และจากครูผู้สอน จึงส่งผลให้ความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น โดยเฉพาะในด้านการใช้ภาษาซึ่งนักเรียนมีความสามารถหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนสลับบทบาทกันเป็นผู้ตรวจสอบงานเขียน ทั้งความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงเนื้อหา และการเลือกใช้คำที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา นอกจากนี้ครูยังมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนโดยละเอียดในทุกองค์ประกอบที่ต้องการประเมิน เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุง และให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนนำไปแก้ไขงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารผ่านการเขียนของ Metusalem, Belenky, & DiCerbo (2017) ที่ระบุว่า การตรวจทานชิ้นงานโดยเพื่อน (peer

review) เป็นการทบทวนการเขียนที่ช่วยเพิ่มทักษะในการเขียนทั้งสำหรับผู้วิจารณ์และผู้รับคำแนะนำ ข้อดีสำหรับการทบทวนงานเขียน คือ นักเรียนจะได้รับคำแนะนำจากเพื่อนที่หลากหลายซึ่งช่วยลดความเสี่ยงที่นักเรียนจะได้รับการแนะนำจากเพื่อนที่มีทักษะน้อยกว่าตนเพียงอย่างเดียว และช่วยสะท้อนให้เห็นข้อบกพร่องของงาน นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงงานเขียนให้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Storch (2005) ที่พบว่างานเขียนที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของผู้เรียนจะมีความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์มากขึ้น เพราะมีกระบวนการที่นำไปสู่ผลสะท้อนหรือข้อคิดเห็นมากกว่า การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังจึงช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนได้มีประสิทธิภาพมากกว่างานเขียนที่มอบหมายเป็นรายบุคคล และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เหมือนฝัน ชมมณี และสิริพันธุ์ สุวรรณมรรคา (2557) ที่พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลเชิงบวกต่อความสามารถในการเขียนของผู้เรียน

3. การเขียนแบบร่วมมือรวมพลังเป็นรายคู่แบบละความสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาการใช้ภาษาเขียนได้ดียิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนจับคู่กันเขียนงานสื่อสารวิทยาศาสตร์ตามความสมัครใจ อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยได้นำระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคู่มาพิจารณา พบข้อสังเกตว่า นักเรียนส่วนใหญ่จับคู่กันแบบละความสามารถ กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถในการเขียนสูงกว่าจับคู่กับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการที่นักเรียนมีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี และมีความสามารถหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนั้น เนื่องมาจากนักเรียนที่มีความสามารถก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำได้รับความช่วยเหลือและการชี้แนะทั้งจากเพื่อนนักเรียนและครูที่มีความสามารถสูงกว่า สอดคล้องกับที่ Vygotsky (1978, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2559) มีความเชื่อว่าการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นการให้ความช่วยเหลือชี้แนะนักเรียนในลักษณะการเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในระดับศักยภาพของตนเองได้

4. การฝึกฝนทักษะการเขียนอย่างสม่ำเสมอช่วยพัฒนาความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านความถูกต้องและความคงทนของความรู้ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกการเขียนจากการวิเคราะห์หลักฐานหรือข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นสำรวจและค้นหามาใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือสรุปความเข้าใจมโนทัศน์ผ่านการเขียน การนำเสนอ และ

การอภิปรายร่วมกัน และในขั้นขยายความรู้ นักเรียนได้ฝึกฝนการเขียนผ่านการนำความรู้ไปประยุกต์เพื่อสร้างงานเขียนรายคู่จำนวน 4 ครั้ง จึงกล่าวได้ว่านักเรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และผลงานการเขียนรายคู่ของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Thorndike ที่กล่าวถึง กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ไว้ว่า การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้ (Thorndike, 1913 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2559) หากต้องการให้นักเรียนมีทักษะในเรื่องใดจะต้องเปิดโอกาสให้เขาได้เรียนรู้จากการลองผิดลองถูก เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จดจำการเรียนรู้ได้ดี และช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริงผ่านการฝึกฝนโดยกระทำสิ่งนั้นบ่อย ๆ (ทิศนา แคมมณี, 2559)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกองค์ประกอบ โดยด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบด้านอื่น เนื่องมาจาก นักเรียนบางส่วนขาดการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และขาดการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ รวมทั้งนักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการให้เหตุผลในงานเขียนได้ จากการสังเกตการทำงานและพิจารณาร่วมกับแบบบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นจากแหล่งข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตซึ่งบางเว็บไซต์ไม่มีการอ้างอิงทางวิชาการ และเขียนขึ้นโดยบุคคลทั่วไป ข้อมูลที่ได้จึงอาจไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน สอดคล้องกับผลการวิจัยของธนกร อรรถจนาวัฒน์ (2558) ที่พัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดและการเขียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า ความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนอยู่ในระดับพอใช้ โดยผู้เรียนยังไม่แม่นยำเนื้อหา สืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำ และไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันได้ แต่ในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนควรมีวิเคราะห์ญาณในการคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการและมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ อาจกล่าวได้ว่านักเรียนควรมีทักษะในการสืบค้นอย่างมีวิเคราะห์ญาณเพื่อนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับ Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2009) ที่กล่าวว่าทักษะการสืบค้นข้อมูล ทักษะการอ่านและการเขียน

ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการฟังและการสังเกต รวมถึงทักษะการนำเสนอข้อมูล เป็นทักษะเบื้องต้นที่ผู้  
 สื่อสารวิทยาศาสตร์ควรมี

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังเป็นการสร้างผลงานเขียนร่วมกันเป็นรายคู่ ครูควร  
 กำชับและเน้นย้ำให้นักเรียนแบ่งบทบาทและหน้าที่ในการเขียนกันอย่างชัดเจนในแต่ละครั้งของรอบ  
 การเขียน เช่น งานเขียนครั้งแรก นักเรียนคนใดเป็นผู้เริ่มต้นเขียนและคนใดเป็นผู้ตรวจแก้ไข ส่วนใน  
 การเขียนครั้งต่อไปครูควรนำนักเรียนทบทวนบทบาทและหน้าที่ของตนเอง รวมทั้งกำกับติดตามเป็นระยะ  
 ว่านักเรียนได้สลับบทบาทและหน้าที่กัน เพื่อให้นักเรียนทั้งคู่ได้ฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการเขียน  
 สื่อสารวิทยาศาสตร์อย่างเท่าเทียม

2. ครูควรนำนักเรียนทบทวนหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนมอบหมายให้เขียน  
 งาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนตรงกัน เช่น เป้าหมายของการเขียนเพื่อถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ  
 ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น สารคือเนื้อหาหรือประเด็นที่จะเขียนในครั้งนั้น  
 เกี่ยวข้องกับความเครียดและฮอร์โมนคอร์ติซอล เป็นต้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง นักเรียนต้องค้นคว้าข้อมูล  
 เพื่อปฏิบัติกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา และเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเขียนงานในขั้นขยายความรู้  
 ครูจึงควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ มีความหลากหลายทั้งรูปแบบและมุมมองของเนื้อหา เช่น  
 หนังสือ หนังสือพิมพ์ บทความ งานวิจัย

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือเทคนิคที่ช่วยสร้างโอกาสในการฝึกทักษะการให้  
 เหตุผลและตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนก่อนนำความรู้ไปประยุกต์ในงานเขียน เนื่องจาก  
 ความรู้ที่ถูกต้องในเนื้อหา และการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญในการประเมินความสามารถใน  
 การเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ แต่จากความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ

การจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 18.18 มีคะแนนในองค์ประกอบด้านความถูกต้องของเนื้อหา และการให้เหตุผลน้อยที่สุด อาจมีสาเหตุจาก นักเรียนกลุ่มนี้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่ไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน รวมถึงการให้เหตุผลเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง เพราะอาศัยทั้งความรู้เข้าใจที่ถูกต้องแม่นยำ การเชื่อมโยงหลักฐานหรืออธิบายเหตุผลมาสนับสนุนแนวคิดที่นำเสนอในงานเขียนนั้นได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม สอดคล้องกับ McNeil & Krajcik (2008) ที่ระบุว่า ครูควรเน้นย้ำและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลอย่างหลากหลาย และฝึกประเมินความน่าเชื่อถือของการให้เหตุผลใดๆ บนพื้นฐานของหลักฐาน

2. ศึกษาเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกฝนผ่านการเขียนงานแบบร่วมมือรวมพลังรายคู่ที่จับคู่ตามความสมัครใจกับกลุ่มที่จับคู่ละความสามารถโดยให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงจับคู่กับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่า เนื่องจากในงานวิจัยนี้ พบว่านักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถ 3 ระดับ และ 2 ระดับ ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนคู่เขียนที่มีความสามารถสูงกว่าตนเองอย่างน้อย 1 ระดับ และเพื่อนที่มีความสามารถสูงกว่าเป็นผู้เริ่มต้นเขียนในงานเขียนคู่ครั้งแรก นักเรียนจึงได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนที่มีความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ระดับดี การให้ข้อคิดเห็น และเรียนรู้จากตัวอย่าง ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระดับความสามารถที่สูงขึ้น

3. ศึกษาเพิ่มเติมด้านความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลังกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้จากการเรียนการสอนมาใช้ในการขยายความรู้ผ่านงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องและแม่นยำ การเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับบริบทในชีวิตประจำวัน การให้เหตุผลสนับสนุนที่สอดคล้อง และน่าเชื่อถือ เพื่อถ่ายทอดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กาญจนา ไชยพันธุ์. (2549). *กระบวนการกลุ่ม*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

กมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2559). *การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จรรยาธิษั กุลพ่วง และคณะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(3).

จรีลักษณ์ จิริวิบูลย์. (2546). *การเขียน : คู่มือครูและผู้ปกครองสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : องค์การค้ำของคุรุสภา.

จุมพล เหมะศิริรินทร์. (2552). ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์. *เอกสารประกอบการบรรยายค่ายเยาวชนนักสื่อสารวิทยาศาสตร์*. ศูนย์สื่อสารวิทยาศาสตร์ไทย สวทช. เข้าถึงได้จาก <https://www.nstda.or.th/sci2/pub/thaismc/factsheet/document/2552/26august-scicom2.pdf>

ชนันต์ว์ ชามทอง. (2550). *การจัดกิจกรรมสร้างเสริมความสามารถด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะศึกษาศาสตร์

ทิพย์อนงค์ ธรรมภูตวิวงศ์. (2554). การสื่อสารวิทยาศาสตร์. *เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 141-418 การสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหนังสือพิมพ์และสิ่งพิมพ์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

ทศนา เขมมณี . (2559). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 20. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนกร อรรถนาววัฒน์. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์*.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2557). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนทั่วไป*. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2557). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

ยุวณูช ทินนะลักษณ์ และจุมพล เหมะศิริรินทร์. (2548). “การรายงานข่าวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ในหนังสือชุดวิชา การข่าวชั้นสูงและการบรรณาธิการ หน่วยที่ 9. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รุ่งรัตน์ ชัยสำเร็จ. (2557). *การเขียนเพื่อการประชาสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2557). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร (Science and Communication)*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอพริล เรน พรินติ้ง จำกัด.

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริโรจน์ เตชะแก้ว. (2560). การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาท และระบบโครงร่างและการเคลื่อนไหวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง. *รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17*.
- ศุจิกา จาตุรนต์พงศา. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับสัณฐานศาสตร์ที่มีต่อความเข้าใจคำศัพท์ชีววิทยาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf> (20 เมษายน 2561).
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2555). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2558). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- เหมือนฝัน ชมมณี และ สิริพันธุ์ สุวรรณมรรคา. (2557). การวิเคราะห์กระบวนการชี้แนะของครูและผลที่เกิดกับผู้เรียน: *พหุกรณีศึกษา. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 9(2), 489-499*

อรรถัย ลีลาพจนานพร. (2552). บทความวิทยาศาสตร์เขียนง่ายมาก. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.  
52(181): 17-18.

อัจฉราภรณ์ สุริยงค์. (2548). ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะศึกษาศาสตร์.

## ภาษาอังกฤษ

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2018). *Communicating Science: Tools for Scientists and Engineers*. Retrieved 21 October, 2018, from [https://www.aaas.org/programs/center - public - engagement - science - and - technology/communicating-science-online](https://www.aaas.org/programs/center-public-engagement-science-and-technology/communicating-science-online)

Belova & Eilks. (2014). Promoting societal-oriented communication and decision making skills by learning about advertising in science education. *CEPS Journal 4 (2014) 1*, S. 31-49.

Borich, G. D., Hao, Y. W., Aw, W. L., & In Ong, A. C. (2006). Inquiry-Based Learning: A Practical Application. *Teaching Strategies that Promote Thinking Models and Curriculum Approaches*, 29-52. Singapore: Mc Graw-Hill.

Bowater, L. & Yeoman, K. (2012). *Science Communication: A practical guide for scientists*. UK: Wiley Blackwell.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006) . The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS, 5*, 88-98.

Davies, S. R., & Horst, M. (2016). *Science communication: Culture, identity and citizenship*. Springer.

Dennison, B. (2010). *Communicating Science to Effect Social Change*. Available from [http://ian.umces.edu/blog/2010/07/19/communicating - science - to - effect - social - change/](http://ian.umces.edu/blog/2010/07/19/communicating-science-to-effect-social-change/)

- Dobao, A. F. (2012). Collaborative writing tasks in the L2 classroom: Comparing group, pair, and individual work. *Journal of second language writing, 21*(1), 40-58.
- Donato, R. (1994). Collective scaffolding in second language learning. *Vygotskian approaches to second language research, 33*456.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model emphasizes “Transfer of Learning” and the importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher, 70*(6).
- Gerlach, J. (1994). *Collaborative learning: Underlying processes and effective techniques, new directions for teaching and learning*. San Francisco: Jossey-Bass
- Gillies, R. M. (2007). *Cooperative learning: integrating theory and practice*. California: Sage Publication.
- Gousseva-Goodwin, J. V. (2000). *Collaborative writing assignment and online discussion in an advanced ESL composition class*. Doctoral dissertation, The University of Arizona, USA.
- Hansen, J., & Lui, J. (2005). Guiding principles for effective peer response. *ELT Journal, 59*(1), 31-38.
- Heese, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. *Assessment and teaching of 21<sup>st</sup> century skills*. Dordrecht: Springer. 37-56.
- Jensen, J. L. (2008). *Effects of Collaboration and Inquiry On Reasoning and Achievement in Biology*. Doctor of Philosophy Arizona State University.

- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1998). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2013). Students explaining science – assessment of science communication competence. *Research in Science Education*, 43(6), 2235-2256.
- Kulgemeyer, C. (2018). Impact of secondary students' content knowledge on their communication skills in science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 89-108.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45( 1), 53– 78.
- Matthews, R. S., Cooper, J. L., Davidson, N., & Hawkes, P. (1995). Building bridges between Cooperative and Collaborative Learning. *Change*, 27(4), 34-40.
- Metusalem, R., Belenky, D., & DiCerbo, K. (2017). *Skills for today: what we know about teaching and assessing communication*. In: London: Pearson.
- Mulligan, C. & Garofalo, R. (2011). A collaborative writing approach: Methodology and student assessment. *The Language Teacher*, 35(3).
- National Research council. ( 1996). *National science education standards*. National Academies Press.

- Panitz, T. (1999). *Collaborative versus cooperative learning: a comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning*. Available from: <https://eric.ed.gov/?id=ED448443>. [2018, 24 September].
- Patrick, H., Mantzicopoulos, P. & Samarapungavan, A. (2009). Motivation for Learning Science in Kindergarten: Is there a Gender Gap and does integrated Inquiry and Literacy Instruction make a Difference. *Journal of Research on Science Teaching*, 46(2). 166-191.
- Raimes, A. (1998). Teaching writing. *Annual Review of Applied Linguistics*, 18, 142-167.
- Reid, J. M. (1993). *Teaching ESL writing*. NJ:Prentice Hall Regents.
- Reid, J., & Powers, J. (1993). Extending the benefits of small-group collaboration to the ESL writer. *TESOL Journal*, 2(4), 25-32.
- Rollinson, P. (2005). Using peer feedback in the ESL writing class. *ELT Journal*, 59(1), 23-30.
- Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference?. *International journal of science and mathematics education*, 7(5), 875-903.
- Storch, N. (2002). Patterns of interaction in ESL pair work. *Language learning*, 52(1), 119-158.
- Storch, N. (2005). Collaborative writing: Product, process, and students' reflections. *Journal of Second Language Writing*, 14(3), 153-173.



Tsabari B. & Lewenstein, B. V. (2013). An instruments for Assessing Scientists' Written Skills in Public Communication of Science. *Science Communication*, 35(1), 56-85.

Yadigaroglu & Demircioglu. (2012). The Effect of Activity Based on 5E Model on Grade 10 Students' Understanding of the Gas Concept. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 47, 634-637.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ภัทรดิลลภรณ์	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ	ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ ฝ่ายมัธยม

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ	ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะกุล วรรณประเสริฐ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเผ่า	ผู้ช่วยเลขานุการหัวหน้าภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

#### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะกุล วรรณประเสริฐ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์อภิชาติ ลือพันธ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามฯ

### ภาคผนวก ข

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์
2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

## 1. แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนบทความวิทยาศาสตร์ 1 เรื่อง เพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้กับเพื่อนนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเลือกประเด็นคำถามที่กำหนดให้ 1 หัวข้อจาก 3 หัวข้อต่อไปนี้

ก. โรคมะเร็งปอด : สาเหตุ ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ และวิธีการป้องกัน

ข. โรคความดันโลหิตสูง : สาเหตุ ผลกระทบต่อร่างกาย และวิธีการป้องกัน

ค. เครื่องดื่มคาเฟอีน : ข้อดี/ข้อเสีย ผลกระทบต่อการควบคุมสมดุลน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าหัวข้อที่เลือก และใช้ข้อมูลประกอบการเขียนจากรายการอ้างอิงที่แนบท้าย และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้ารายการอ้างอิงที่เลือกใช้ ทั้งนี้ นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์อื่นที่น่าเชื่อถือได้ โดยระบุที่มาของแหล่งข้อมูลให้ครบถ้วน

3. ให้นักเรียนตั้งชื่อบทความให้สอดคล้อง/สัมพันธ์กับเนื้อหา กำหนดความยาวของงานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 1 หน้ากระดาษ (หรือเทียบเท่า 250 คำเป็นต้นไป) และใช้เวลาในการเขียน 150 นาที

4. บทความนี้มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ประกอบด้วย เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ประกอบด้วย การใช้ภาษา ความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงเนื้อหา การเทียบเคียง และการให้เหตุผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน	รายละเอียด
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	ระบุเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. การให้เหตุผล	ให้เหตุผลสอดคล้องกับประเด็นที่นำเสนอ ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและน่าเชื่อถือ

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน	รายละเอียด
3. การใช้ภาษา	ใช้ภาษาที่ง่าย เขียนสื่อความได้ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษา หากมีการใช้คำศัพท์ทางวิชาการสามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง
4. การเรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน
5. การเทียบเคียง	เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา





รายการอ้างอิง

- จินตนา ประชุมพันธ์. (2560, 26 มกราคม). *PM2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก*. สืบค้นจาก <https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/>
- ธัญนันท์ เรื่องเวทย์วัฒนา. (2559, 5 สิงหาคม). *มะเร็งปอดไม่น่ากลัวอย่างที่คิด*. สืบค้นจาก [http://www.thethaicancer.com/Webdocument/People\\_article/People\\_article\\_007.html](http://www.thethaicancer.com/Webdocument/People_article/People_article_007.html)
- ผู้จัดการออนไลน์. (2561, 23 เมษายน). *เตือน! คนติดกาแฟ เสี่ยงสูญเสียแร่ธาตุเหล่านี้*. <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=27844>
- โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. (ม.ป.ป.). *มะเร็งปอด*. สืบค้นจาก <https://www.bumrungrad.com/th/conditions/lung-cancer>
- วชิร คชการ. (2560, 29 มีนาคม). *ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป โรคที่ใครหลายคนไม่รู้ตัวว่าเป็น*. สืบค้นจาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.

- สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). รู้จักโรคความดันโลหิตสูง. สืบค้นจาก [http://www.thaihypertension.org/hypertensiondetail.php?n\\_id=404](http://www.thaihypertension.org/hypertensiondetail.php?n_id=404)
- สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. (2558). แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติทั่วไป พ.ศ. 2555 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558. สืบค้นจาก <http://www.thaihypertension.org/files/GL%20HT%202015.pdf>
- สิริรัตน์ ลีลาจรัส. (2560, 3 เมษายน). ดูแลตัวเองอย่างไร เมื่อป่วยเป็นความดันโลหิตสูง. สืบค้นจาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ดูแลตัวเองอย่างไร-เมื่อ/>
- สื่อสารองค์กร คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. (2558, 11 พฤษภาคม). ผู้ป่วยโรคกระเพาะเลี้ยงดีมี กาแฟ เสี่ยงปวดท้อง-ความดันสูง . สืบค้นจาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/old/index.php/ramatriphealth/>

รายการอ้างอิงเพิ่มเติม

.....

.....

.....

## แหล่งอ้างอิง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเขียน

[เนื้อหานี้คัดลอกมาจาก]

บทความ เรื่อง PM2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก

ผู้เขียน จินตนา ประชุมพันธ์

หลายวันมานี้ หลายคนคงพอสังเกตเห็นได้ว่าในท้องฟ้าของเรานั้นปกคลุมไปด้วยหมอกจางๆ โดยหารู้ไม่ว่าที่ตาเรามองเห็นนั้นกลับไม่ใช่หมอก หากแต่คือฝุ่นควันที่มีมากจนเกินค่ามาตรฐาน ดังที่กรมควบคุมมลพิษได้ออกมากล่าวว่า หมอกหนาที่ที่เรามองเห็นนั้นเกิดจากค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่เกินมาตรฐาน

วันนี้ THE STANDARD จะพาทุกท่านไปทำความรู้จักกับฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีชื่อว่า PM2.5 ตัวการที่สร้างหมอกควันปกคลุมไปทั่วท้องฟ้าของกรุงเทพฯ

PM2.5 คือฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน อาจเทียบอย่างง่ายว่ามีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ เล็กขนาดที่ขนจมูกของมนุษย์นั้นไม่สามารถกรองได้ ทำให้ฝุ่นละอองชนิดนี้สามารถแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินหายใจ กระแสเลือด และแทรกซึมสู่กระบวนการทำงานในอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เพิ่มความเสี่ยงเป็นโรคเรื้อรัง โดยที่ PM2.5 เกิดขึ้นได้จาก 2 ปัจจัยหลักคือ

1. แหล่งกำเนิดโดยตรง ได้แก่
  - การเผาในที่โล่ง ปล่อย PM2.5 มากที่สุดถึง 209,937 ตันต่อปี โดยมาจากการเผาในพื้นที่เพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อป้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทานการผลิตอาหารของบริษัทอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่ในภาคเหนือตอนบนของไทยและภูมิภาคลุ่มน้ำโขง รวมไปถึงหมอกควันพิษข้ามพรมแดน
  - การคมนาคมขนส่ง ปล่อย PM2.5 ราว 50,240 ตันต่อปี โดยมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้งดีเซลและแก๊สโซฮอล์เป็นหลัก อีกทั้งยังเป็นแหล่งกำเนิดของออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) อีกด้วย
  - การผลิตไฟฟ้า ปล่อย PM2.5 ราว 31,793 ตันต่อปี แม้จะมีค่า PM2.5 น้อยกว่าการเผาในที่โล่งและการคมนาคมขนส่ง หากแต่กลับมีส่วนในการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) สู่ชั้นบรรยากาศมากที่สุด

- อุตสาหกรรมการผลิต ปล่อย PM2.5 รวบรวม 65,140 ตันต่อปี โดยพบมากที่สุดในพื้นที่เขตควบคุมมลพิษมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากสารเคมีและอุตสาหกรรม

2. การรวมตัวของก๊าซอื่นๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>) รวมทั้งมีสารปรอท (Hg), แคดเมียม (Cd), อาร์เซนิก (As) หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่ล้วนแล้วแต่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

ด้วยองค์ประกอบของสารพิษเหล่านี้ ทำให้องค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดให้ PM2.5 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็ง ตั้งแต่ปี 2556 อีกทั้งยังเป็นสาเหตุให้ 1 ใน 8 ของประชากรโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควร สอดรับกับรายงานของธนาคารโลก (World Bank) ที่ระบุว่า ประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากมลพิษในอากาศเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรมากถึง 50,000 ราย ซึ่งการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรนี้ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่รัฐจะต้องสูญเสียเนื่องจากการรักษาพยาบาลผู้ป่วยจากมลภาวะทางอากาศนี้อีกด้วย

ค่า PM2.5 ตามกำหนดองค์การอนามัยโลก

ในปี 2548 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ออกคำแนะนำเพิ่มเติมในการกำหนดค่าเป้าหมายของค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ปี แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 35, 25, 15 และ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขึ้นอยู่กับระดับการพัฒนาของประเทศ โดยค่าเฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมงขององค์การอนามัยโลก กำหนดไว้ที่ 10 และ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แต่ไทยได้มีการกำหนดค่าไว้สูงกว่าค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก โดยมีค่าเฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมงไว้ที่ 25 และ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามข้อสรุปขององค์การสหประชาชาติ (UN) ที่ว่า ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา ทำให้เป็นประเทศที่ได้รับสิทธิพิเศษที่จะสามารถปล่อยมลพิษทางอากาศได้มากกว่าหลายประเทศ

กรีนพีซ ได้รายงานค่าฝุ่นละอองจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษทั้งหมด 61 แห่งใน 29 จังหวัดทั่วประเทศ พบว่ามีจำนวนสถานีที่ตรวจวัดและรายงานค่า PM2.5 อยู่เพียง 25 สถานีใน 18 จังหวัด พบค่า PM2.5 สูงสุดอยู่ที่จังหวัดสระบุรี (หน้าพระลาน) ซึ่งเป็นเขตอุตสาหกรรมจำนวน 36 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และรองลงมาคือกรุงเทพฯ (ธนบุรี) จำนวน 31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่ามาจากการคมนาคมสัญจร

ดังนั้นปัญหาหมอกควันจาก PM2.5 จึงเป็นสิ่งที่ควรจัดการควบคู่ไปกับแผนพัฒนายุทธศาสตร์ชาติ เพื่อพัฒนาคุณภาพอากาศไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีตัวอย่างจากหลายประเทศที่ประสบผลสำเร็จในการควบคุมมลพิษในอากาศ ซึ่งเริ่มแรกมีการกำหนดค่าการปล่อย PM2.5 ไว้ใกล้เคียงกับไทย แต่ปัจจุบัน

ประเทศเหล่านี้ได้ดำเนินเรื่องนี้ในเชิงนโยบายเพื่อคุ้มครองสุขภาพพลเมืองในประเทศ เช่น สิงคโปร์, ญี่ปุ่น, อเมริกา ที่ปัจจุบันมีค่า PM2.5 อยู่ที่ 12, 14 และ 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายขององค์การอนามัยโลก และเอาจริงเอาจังในการคุ้มครองประชาชนด้วยจัดการแก้ไขปัญหาระบบขนส่งสาธารณะเพื่อสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเป็นทางเลือกหลัก ตลอดจนควบคุมการปล่อยสารพิษของโรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุของปัญหามลภาวะอย่างจริงจัง

ในขณะที่ประเทศไทยกำลังเริ่มต้นรับรู้ในเรื่องของ PM2.5 อยู่นี้ องค์การอนามัยโลกและนานาชาติก็ก้าวไปอีกขั้นด้วยการหันไปจับตามองและถกกันในเรื่องของฝุ่นที่มีขนาดเล็กระดับนาโน (Environmental Nano-pollutants: ENP) และหาวิธีการรับมือเพื่อคุ้มครองประชาชนอย่างจริงจัง จากมลภาวะที่กำลังก่อตัวเป็นหมอกควันขึ้นไปเกาะตัวบนชั้นโอโซน แล้วย้อนกลับลงมาเพื่อสร้างผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรง

อาจต้องมาดูกันว่าอากาศหมอกควันที่แผ่คลุมท้องฟ้าอยู่ในขณะนี้ได้รับการแก้ไขอย่างไร เพราะนี่ไม่ใช่เพียงปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงรอยต่อของฤดูกาลเท่านั้น หากแต่เกิดขึ้นจากการสะสมของสารพิษที่มากขึ้นทุกขณะโดยขาดการรับมืออย่างจริงจัง

ถึงเวลาแล้วที่เราต้องหันมาถกกันอย่างจริงจังว่า ทำอย่างไรเราจึงจะมีอากาศที่ดีได้ใช้หายใจตามสิทธิขั้นพื้นฐานของมนุษย์

รายการอ้างอิง

จินตนา ประชุมพันธ์. (2560, 26 มกราคม). *PM2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก*. สืบค้นจาก <https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/>

[เนื้อความนี้ตัดทอนมาจาก]

บทความ เรื่อง มะเร็งปอดไม่น่ากลัวอย่างที่คิด

ผู้เขียน พญ.ธัญนันท์ เรื่องเวทย์วัฒนา

การดูแลตนเองในผู้ป่วยโรคมะเร็งปอด

สิ่งหนึ่งที่สำคัญของผู้ป่วย คือ ผู้ป่วยควรเข้าใจเป้าหมายและแผนการรักษา เช่น การ รักษาเพื่อให้หายขาด หรือเป็นการรักษาเสริม ซึ่งโดยมากมักเสริมกับการผ่าตัด หรือเป็น การรักษาเพื่อบรรเทาอาการ โดยตัวผู้ป่วยเองและผู้ดูแลควรทราบข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของยาเคมีบำบัด และผลข้างเคียงของ ยาที่ได้รับ โดยการปรึกษาแพทย์ เภสัชกร และพยาบาลเฉพาะทางโรคมะเร็งที่ให้การดูแลผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถดูแล ตนเองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถจัดการกับผลข้างเคียงของยาเคมีบำบัดและยาต้าน มะเร็งเฉพาะจุดโดยเบื้องต้น ได้ด้วยตนเอง การเตรียมความพร้อมทั้งสภาพร่างกายและจิตใจ การเข้าใจถึง การรักษาและผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นได้จาก การรักษาเป็นสิ่งสำคัญทำให้ผู้ป่วยสามารถปรับกิจวัตรการ ดำเนินชีวิตให้เหมาะสมระหว่างช่วงรับการรักษาได้ดีโดยเฉพาะเมื่อเริ่มเข้าสู่ขบวนการรักษา สิ่งสำคัญคือ การปฏิบัติตัวอย่างถูกต้อง เพื่อลดผลข้างเคียงที่ไม่สามารถ หลีกเลี่ยงได้ คำถามที่พบบ่อยๆ อาทิเช่น

ไม่ควรรับประทานเนื้อสัตว์ไหม? อย่าลืมนะคะว่า ร่างกายที่แข็งแรงและสมบูรณ์จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถต่อสู้ กับความเจ็บป่วย ทนต่อผลข้างเคียงจากการรักษา และช่วยให้ผลตอบสนองต่อการรักษาดีขึ้น การให้ยาเคมีบำบัดในผู้ป่วย มะเร็งที่พบบ่อยๆ พบว่าได้ผลตอบสนองน้อยกว่าผู้ป่วยมะเร็งที่มีภาวะโภชนาการดี ผู้ป่วยที่มีภาวะโภชนาการไม่ดีมักจะ ได้รับยาเคมีบำบัดไม่ครบตามที่กำหนด และมีผลกระทบต่อระบบการสร้างเม็ดเลือดชนิดต่างๆ ทำให้เม็ดเลือดต่ำ ดังนั้น ผู้ป่วยควรเตรียมสภาพร่างกายให้พร้อมที่จะรับการรักษาครั้งนี้ คือ รับประทานอาหารที่ให้พลังงานเพียงพอและครบทั้ง 5 หมู่ คือ แป้ง เนื้อสัตว์ ไขมัน ไข่ นม ผัก และผลไม้ ปรงสุกสะอาด หลีกเลี่ยงอาหารที่มีโอกาสทำให้อ่อนแอได้ง่าย เช่น อาหารค้าง ขนมจีน ส้มตำ หรือยาต่างๆ ควรงดการรับประทานผักสด ผลไม้เปลือกบาง เช่น องุ่น ชมพู และผลไม้ที่ไม่มี เปลือก เช่น สตอร์เบอร์รี่ โดยเฉพาะในช่วง 14 วันแรก หลังได้รับยาเคมีบำบัด

สามารถไปทำงานได้ตามปกติหรือเปล่า? ผู้ป่วยสามารถมีกิจวัตรประจำวันไปทำงานได้ตามปกติ ออกกำลังกาย ได้พอควร ตามความชอบและเหมาะสม หากมีอาการอ่อนเพลียควรนอนพักฟื้นภายหลัง ได้รับยาเคมีบำบัด 1-2 วัน ที่บ้าน พักผ่อนนอนหลับให้เพียงพออย่างน้อยวันละ 6-8 ชั่วโมง อาการอ่อนเพลียจะมากขึ้นอยู่กับสูตรยาเคมีบำบัด และความ แข็งแรงของผู้ป่วยแต่ละราย

สิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ การไปในที่แออัดที่มีคนมากๆ เช่น ตลาด โรงภาพยนตร์ ศูนย์การค้า หากจำเป็นควร สวมหน้ากากอนามัย เพื่อป้องกันการติดเชื้อ ไม่ควรใกล้ชิดกับคนที่ไม่สบาย เด็กที่ป่วย

เนื่องจากผู้ป่วยที่ได้รับยาเคมีบำบัด มีโอกาสติดเชื้อได้ง่ายกว่าปกติ หากจำเป็นควรสวมหน้ากากอนามัย ด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ ผู้ป่วยควรสังเกตจดบันทึกอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้น ถ้ามีอาการผิดปกติดังต่อไปนี้ ควร มาพบแพทย์ก่อนนัด ได้แก่ มีไข้สูงเกิน 38 องศาเซลเซียส ท้องเสีย หรือท้องผูก หายใจลำบาก คลื่นไส้ อาเจียนอย่างรุนแรง

รายการอ้างอิง

ธัญนันท์ เรื่องเวทย์วิวัฒนา. (2559, 5 สิงหาคม). *มะเร็งปอดไม่น่ากลัวอย่างที่คิด*. สืบค้นจาก [http://www.thethaicancer.com/Webdocument/People\\_article/People\\_article\\_007.html](http://www.thethaicancer.com/Webdocument/People_article/People_article_007.html)

[เนื้อความนี้ตัดทอนมาจาก]

เอกสาร เรื่อง แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติทั่วไป พ.ศ.2555

เขียนโดย สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย

การรักษาโรคความดันโลหิตสูงโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมชีวิต

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตประจำวันไปสู่การบริโภคอาหารตามหลักโภชนาการ และการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสม ร่วมกับพฤติกรรมสุขภาพที่ดี เช่น งดสูบบุหรี่ หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้ได้ในระยะยาวถือเป็นหัวใจสำคัญของการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง และยังเป็นการรักษาพื้นฐานสำหรับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทุกราย ไม่ว่าจะผู้ป่วยจะมีข้อบ่งชี้ในการใช้ยาหรือไม่ก็ตาม ในกรณีที่ผู้ป่วยใช้ยาลดความดันโลหิตร่วมด้วย การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจะทำให้ประสิทธิภาพของการรักษาด้วยยาสูงขึ้น

การรักษาโรคความดันโลหิตสูงโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมีรายละเอียดดังนี้

1. การควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ปกติหรือใกล้เคียงปกติ โดยให้มีค่า BMI ตั้งแต่ 18.5-22.9 kg/m<sup>2</sup> สำหรับคนไทยคือผู้ชายน้อยกว่า 90 cm และผู้หญิงน้อยกว่า 80 cm

2. การออกกำลังกาย แนะนำให้ประชาชนทุกคนออกกำลังกายระดับปานกลางอย่างน้อยวันละ 30 นาที สัปดาห์ละ 5 วัน เพื่อสุขภาพที่ดี โดยในแต่ละวันอาจแบ่งออกกำลังกายเป็นช่วงสั้นๆ ครั้งละ 10 นาที วันละ 3 ครั้ง และควรกระตุ้นให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายที่กระฉับกระเฉง ลดพฤติกรรมนั่งๆ นอนๆ เพื่อช่วยควบคุมน้ำหนักตัว

การออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนัก ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยไม่ควรงดออกกำลังกายติดต่อกันเกิน 2 วัน และไม่ควรออกกำลังกายประเภทที่ใช้การเกร็งกล้ามเนื้ออยู่กับที่ เช่น ยกน้ำหนัก เนื่องจากอาจทำให้ระดับความดันโลหิตสูงขึ้นได้

ผู้ที่มีภาวะใดภาวะหนึ่งต่อไปนี้ควรได้รับคำแนะนำจากแพทย์ก่อนออกกำลังกาย

- 1) มีอาการเจ็บหน้าอก หรือหายใจไม่สะดวก โดยเฉพาะเมื่อออกกำลังกายหนัก
- 2) มีภาวะหัวใจล้มเหลว
- 3) มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะหรือหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ
- 4) โรคเบาหวานที่ยังควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี
- 5) มีภาวะเจ็บป่วยเฉียบพลัน
- 6) ผู้สูงอายุ



3. การจำกัดโซเดียมในอาหาร การบริโภคโซเดียมไม่เกิน 2,300 mg/วัน ช่วยลดความดันโลหิตได้ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีโรคความดันโลหิตสูง โดยเกลือแกง 5 ช้อนชา มีโซเดียม 2,000 mg น้ำปลา 1 ช้อนชา มีโซเดียมประมาณ 350-500 mg และผงชูรส 1 ช้อนชา มีโซเดียม 492 mg

4. การรับประทานอาหารตามแนวทาง DASH (Dietary Approaches to stop Hypertension) โดยเน้นอาหารประเภทผัก 5 ส่วนต่อวัน (ผัก 1 ส่วนมีปริมาณเท่ากับ ผักดิบประมาณ 2 ทัพพี หรือผักสุก 1 ทัพพี) ผลไม้ 4 ส่วนต่อวัน (ผลไม้ 1 ส่วนมีปริมาณเท่ากับผลไม้หั่นพอดีคำประมาณ 6-8 ชิ้น) นมไขมันต่ำและผลิตภัณฑ์จากนม 2-3 ส่วนต่อวัน ธัญพืช ถั่วเปลือกแข็ง 7 ส่วนต่อวัน ซึ่งรูปแบบอาหารดังกล่าวจะทำให้ร่างกายได้รับโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียมและใยอาหารในปริมาณสูงซึ่งช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของการลดความดันโลหิตจากการลดโซเดียมในอาหาร

5. การจำกัดหรืองดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หากดื่มแอลกอฮอล์ควรจำกัดปริมาณดังนี้ ผู้หญิงไม่เกิน 1 ดื่มมาตรฐานต่อวัน และผู้ชายไม่เกิน 2 ดื่มมาตรฐานต่อวัน โดยปริมาณ 1 ดื่มมาตรฐาน หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 10 กรัม

6. การหยุดบุหรี่ การเลิกบุหรี่แม้ไม่ได้มีผลต่อการลดความดันโลหิตโดยตรง แต่สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้

รายการอ้างอิง

สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย. (2558). *แนวทางการรักษาโรคความดันโลหิตสูงในเวชปฏิบัติทั่วไป พ.ศ. 2555 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558*. สืบค้นจาก <http://www.thaihypertension.org/files/GL%20HT%202015.pdf>

[เนื้อความนี้ตัดทอนมาจาก]

บทความ เรื่อง ดูแลตัวเองอย่างไร เมื่อป่วยเป็นความดันโลหิตสูง

เขียนโดย ผศ.ดร.สิริรัตน์ ลีลาจรัส

ความดันโลหิตสูงเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่สำคัญทางสาธารณสุขที่ควรได้รับการเอาใจใส่ดูแล เพื่อไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมองและโรคไตวายระยะสุดท้าย พื้นฐานการดูแลสุขภาพที่สำคัญสำหรับการควบคุมความดันโลหิตสูง ได้แก่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพของตนเองและการรักษาโดยการรับประทานยา การดูแลสุขภาพดังกล่าวจะทำให้ผู้มีภาวะความดันโลหิตสูงมีสุขภาพที่ดีและสามารถอยู่ได้อย่างเป็นปกติสุข

“ความดันโลหิต” เป็นแรงดันที่ผลักดันภายในหลอดเลือดในระบบไหลเวียนโลหิต มีค่าตัวเลข 2 ค่า ได้แก่ความดันโลหิตซิสโตลิก เป็นค่าความดันขณะที่หัวใจบีบตัวเพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และความดันโลหิตไดแอสโตลิก เป็นค่าความดันขณะหัวใจคลายตัว ดังนั้นการรายงานผลความดันโลหิตจึงประกอบด้วยตัวเลข 2 ตัวเสมอ เช่น วัดความดันโลหิตได้ 120/80 มิลลิเมตรปรอท

สาเหตุของภาวะความดันโลหิตสูง ภาวะความดันโลหิตสูง ไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่มีปัจจัยร่วมบางอย่างที่ทำให้ความดันโลหิตสูง โดยมากกว่าร้อยละ 90 ของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงจะไม่ทราบสาเหตุ แต่อาจเกิดจาก 2 ปัจจัยคือ พันธุกรรมและพฤติกรรม และน้อยกว่าร้อยละ 10 ของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงเป็นความดันโลหิตสูงชนิดที่ทราบสาเหตุ เช่น ความดันโลหิตสูงจากการใช้ยาคุมกำเนิดบางชนิด หรือการเกิดเนื้องอกของต่อมหมวกไต เป็นต้น

การดูแลผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

1. อาหาร หากรับประทานเนื้อสัตว์ ควรเป็นเนื้อสัตว์ไม่ติดมัน และควรรับประทานผักผลไม้ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มากเกินไป เพราะผลไม้หลายชนิดมีรสหวาน หากเลือกรับประทานนมควรเป็นนมไขมันต่ำ

2. การออกกำลังกาย ควรเลือกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) หรือการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ระดับการออกกำลังกายที่สามารถออกได้ คือเบาถึงปานกลาง หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายที่หนักหรือหักโหม

3. บุหรี่และสุรา ควรงดสูบบุหรี่และงดดื่มสุรา เนื่องจากทั้งบุหรี่และสุราส่งผลกระทบทางลบต่อสุขภาพและระดับความดันโลหิต

4. ควบคุมน้ำหนัก พยายามควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย รวมถึงการออกกำลังกายที่เหมาะสม

รายการอ้างอิง

สิริรัตน์ ลีลาจรัส. (2560, 3 เมษายน). *ดูแลตัวอย่างอย่างไร เมื่อป่วยเป็นความดันโลหิตสูง*. สืบค้นจาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ดูแลตัวเองอย่างไร-เมื่อ/>

[เนื้อความนี้ตัดทอนมาจาก]

บทความ เรื่อง ผู้ป่วยโรคกระเพาะ เลี้ยงดีมีกาแฟ เสียงปวดแสบท้อง-ความดันสูง

เขียนโดย สื่อสารองค์กร คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

วันนี้กระทรวงสาธารณสุข เตือนผู้ป่วยที่เป็นโรคกระเพาะอาหารควรงดดื่มกาแฟ เพราะจะทำให้ปวดแสบกระเพาะมากขึ้น พร้อมแนะนำคนอ้วนควรดื่มแก้วเล็กปริมาณน้อย หรือกาแฟดำที่ไม่ใส่น้ำตาล เพื่อลดความเสี่ยงอ้วนลงพุง

ศ.นพ.รัชตะ รัชตะนาวิน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข กล่าวว่า กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่มีสารคาเฟอีนในหนึ่งวันไม่ควรรับสารคาเฟอีนเข้าสู่ร่างกายเกิน 200 มิลลิกรัม เมื่อเทียบต่อแก้วไม่ควรดื่มเกินวันละ 3 แก้วในปริมาณดังกล่าวกำลังพอเหมาะสำหรับการกระตุ้นให้ร่างกายตื่นตัว แต่ถ้ามากกว่านี้ จะทำให้เกิดมือสั่น ใจสั่น หงุดหงิด และกระวนกระวาย ผลกระทบต่อร่างกายเมื่อได้รับสารคาเฟอีน อาทิ ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ถ้าได้รับในปริมาณพอควรจะไปกระตุ้นประสาทให้ตื่นตัว มีผลทำให้รู้สึกกระปรี้กระเปร่า ตาสว่าง หายง่วง แต่ถ้ารับในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ นอนไม่หลับ กระวนกระวาย หงุดหงิด ในระบบทางเดินอาหารจะช่วยให้มีการหลั่งน้ำย่อยและกรดในกระเพาะอาหารมากขึ้น ทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดียิ่งขึ้น แต่ผู้ที่เป็โรคกระเพาะ ควรงดเพราะจะทำให้ปวดแสบกระเพาะมากขึ้น ผลต่อระบบการไหลเวียนของโลหิตคือหากดื่มกาแฟ 2 ถ้วยจะทำให้ความดันโลหิตสูง แต่ถ้าดื่มมากจะมีผลทำให้หัวใจเต้นแรงและเร็วขึ้น และอาจทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงได้ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินปัสสาวะ ซึ่งจะเพิ่มการขับปัสสาวะ เมื่อดื่มกาแฟไปแล้วประมาณ 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง คาเฟอีนจะออกฤทธิ์และภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมง สารคาเฟอีนกว่าครึ่งจะถูกขับออกจากร่างกายพร้อมกับปัสสาวะ

ด้านดร.นพ.พรเทพ ศิริวนารังสรรค์ อธิบดีกรมอนามัย กล่าวว่า กาแฟหากดื่มในปริมาณที่มากเกินไป และไม่มีการดูแลสุขภาพที่ดีอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ เพราะเนื่องจากกาแฟเย็น 1 แก้ว มีขนาดบรรจุ 13-20 ออนซ์หรือเทียบเท่า 400-600 มิลลิลิตร จะให้พลังงาน 97-400 กิโลแคลอรี, ไขมัน 0.4-22.1 กรัม, โปรตีน 0.6-10.9 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 19.4-49.4 กรัม และน้ำตาล 11-38 กรัม ปริมาณพลังงานของกาแฟแต่ละแก้วขึ้นอยู่กับสูตรและขนาดบรรจุ ปัจจุบันประชาชนนิยมดื่มกาแฟ 3 สูตรด้วยกัน ได้แก่ มอคค่า ลาเต้ และคาปูชิโน มอคค่าเป็นกาแฟที่มีพลังงานมากกว่ามากกว่าลาเต้และคาปูชิโน จากการเก็บตัวอย่างกาแฟมาตรวจโดยสำนักโภชนาการ กรมอนามัย พบว่า ในขนาดบรรจุ 16 ออนซ์ กาแฟมอคค่ามีพลังงาน 238 กิโลแคลอรี มีน้ำตาล 26 กรัม กาแฟคาปูชิโนมีพลังงาน 200 กิโลแคลอรี มีน้ำตาล

28 กรัม ส่วนลาเต้มีพลังงาน 156 กิโลแคลอรี มีน้ำตาล 22 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่า กาแฟสูตรเอสเปรสโซ่หรืออเมริกาโนมีพลังงานน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นกาแฟที่ไม่ใส่นมและน้ำตาล ส่วนกาแฟเย็นที่มีพลังงานมากที่สุดคือกาแฟมอคค่า มีพลังงาน 400 กิโลแคลอรีต่อแก้วขนาด 20 ออนซ์

ทั้งนี้ การดื่มที่ไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพสามารถทำได้โดยปฏิบัติให้เหมาะกับภาวะสุขภาพของแต่ละคน ผู้ที่มีปัญหาอ้วนลงพุงหรือโรคเบาหวานต้องจำกัดปริมาณโดยเลือกขนาดบรรจุเล็กๆ ส่วนผู้ที่ไม่มีปัญหาสุขภาพควรระวังป้องกันไว้ก่อนโดยไม่ดื่มกาแฟเย็นพร้อมกับขนมหวานหรือเบเกอรี่เพราะจะทำให้เพิ่มพลังงานให้มากขึ้น หรือเมื่อดื่มกาแฟเย็นแล้วอาจลดอาหารหวาน มัน หรืออาหารทอดในมื้ออาหารหลักลง เพื่อไม่ให้ผู้ที่นิยมดื่มกาแฟเย็นมีความเสี่ยงที่จะได้รับพลังงานเกิน นอกจากนี้การออกกำลังกายก็สามารถช่วยเผาผลาญพลังงานส่วนเกินที่ได้จากการบริโภค ยังทำให้หัวใจแข็งแรง ร่างกายกระฉับกระฉ่งโดยเลือกริธี ออกกำลังกายให้เหมาะสมกับตนเอง

รายการอ้างอิง

สื่อสารองค์กร คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. (2558, 11 พฤษภาคม). *ผู้ป่วยโรคกระเพาะเลี้ยงดื่ม กาแฟ เสี่ยงปวดท้อง-ความดันสูง*. สืบค้นจาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/old/index.php/ramatriphealth/>

[เนื้อความนี้ตัดทอนมาจาก]

บทความ เรื่อง ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป โรคที่ใครหลายคนไม่รู้ตัวว่าเป็น

เขียนโดย ศ.นพ.วชิร คชการ

ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป เป็นภาวะที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วย บางรายไม่รู้ตัวว่าเป็นอยู่หรือไม่รู้ตัวว่ามีอาการส่อแว่วว่าเข้าข่ายโรคนี้ โดยผู้ที่เป็โรคนี้จะมีอาการปวดปัสสาวะบ่อยกว่าคนทั่วไป ทุกครั้งที่ปวดจะมีอาการรุนแรงที่ต้องเข้าห้องน้ำให้ได้ อาจปวดทุกชั่วโมงจนไม่เป็นอันทำอะไร แม้แต่ตอนกลางคืนก็นอนไม่ได้เพราะต้องลุกมาเข้าห้องน้ำทั้งคืน สร้างความทุกข์ทรมานและความรำคาญให้กับผู้ที่เป็น

ในภาวะคนปกติ เมื่อน้ำอยู่ในกระเพาะปัสสาวะในปริมาณครึ่งหนึ่งของกระเพาะปัสสาวะ คนทั่วไปจะเริ่มรู้สึกหน่วงๆ ยังไม่ถึงขั้นที่เรียกว่าปวด แต่หากเดินผ่านห้องน้ำก็อาจจะแวะเข้าห้องน้ำ เพื่อปลดความหน่วงนั้นทิ้งไป แต่ถ้ายังหาห้องน้ำไม่ได้ หรือติดภารกิจอื่นอยู่ จะยังไม่ขวนขวายที่จะเข้าห้องน้ำ กระทั่งมีน้ำอยู่ในกระเพาะปัสสาวะจนเต็ม กระเพาะปัสสาวะจะเกิดการบีบตัวและปวดในที่สุด และเมื่อปวดคนปกติจะเข้าห้องน้ำและถ่ายปัสสาวะตามลำดับ

แต่ถ้าหากเป็นคนที่มีผิดปกติหรือมีภาวะกระเพาะปัสสาวะบีบตัวไวเกินไป จะรู้สึกปวดปัสสาวะบ่อยเกือบทุกชั่วโมง หากเป็นเวลากลางคืนจะนอนไม่เพียงพอเพราะต้องลุกมาเข้าห้องน้ำทั้งคืน ซึ่งกระเพาะปัสสาวะจะเกิดการบีบตัวทั้งที่น้ำยังไม่เต็มกระเพาะปัสสาวะ เมื่อขับถ่ายออกมาจะมีปริมาณน้อยสวนทางกับอาการปวด เพราะคนที่มีภาวะนี้จะรู้สึกปวดหนักมากและต้องเข้าห้องน้ำให้ได้ และอาจกลั้นไม่อยู่จนต้องปล่อยราดออกมา

สาเหตุที่แท้จริงของภาวะนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่สรุปได้คร่าวๆ ได้ว่ามีบางอย่างรบกวนการทำงานของกระเพาะปัสสาวะ โดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับระบบประสาทควบคุมที่ทำให้มีการบีบตัวไวเกินไป แต่อย่างไรก็ตามอาจมีโรคอื่นที่ไม่ใช่กระเพาะปัสสาวะบีบตัวไวเกินไปเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน หากมีการพบแพทย์ แพทย์จะทำการตรวจหาโรคอื่นก่อน เช่น ตรวจอาการอักเสบของกระเพาะปัสสาวะว่ามีหรือไม่ ตรวจว่ามีเม็ดเลือดแดงปนอยู่ในกระเพาะปัสสาวะหรือไม่ หรืออาจตรวจเลือดหาความผิดปกติ และตรวจดูการทำงานของไตว่ามีความบกพร่องหรือมีการกลั้นปัสสาวะบ่อยเกินไปหรือไม่ อาจต้องให้คนไข้จดบันทึกว่าภายใน 24 ชั่วโมง มีการดื่มน้ำเท่าไร ดื่มน้ำชนิดไหนบ้าง เช่น น้ำเปล่า น้ำส้ม กาแฟ เป็นต้น และดื่มน้ำในปริมาณเท่าไร มีการถ่ายปัสสาวะกี่ครั้ง เวลาไหนบ้าง มีอาการอื่นร่วมหรือไม่ เพื่อทำการประเมินต่อไป ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับ

การจดบันทึกคือ 3 วัน จากนั้นแพทย์จะประเมินจากข้อมูลเหล่านั้น เพื่อหาสาเหตุของการขับถ่าย ปัสสาวะที่บ่อยกว่าคนปกติ

เพราะในผู้ป่วยบางรายพบว่า มีพฤติกรรมดื่มน้ำบ่อยทั้งที่ร่างกายยังไม่ทันขาดน้ำ อาจเกิด จากอาการคอแห้งบ่อย ก็เป็นสาเหตุให้ปัสสาวะบ่อยกว่าคนปกติได้ หรือบางคนชอบทานผลไม้ที่มี น้ำเป็นส่วนประกอบมากก็ทำให้ปัสสาวะบ่อยได้เช่นกัน ทั้งนี้ก็ต้องรู้ก่อน ว่าคนไข้มีพฤติกรรม อย่างไร จึงจะทำการรักษาได้ถูกต้อง หากพบว่าเป็นที่พฤติกรรมก็ต้องให้คนไข้ปรับพฤติกรรมตนเอง และอาการเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากภาวะบีบตัวไวเกินไปของกระเพาะปัสสาวะ และสังเกตได้ว่าการ ขับถ่ายแต่ละครั้งมีปริมาณที่สมเหตุสมผล ซึ่งอาการปวดเกิดจากน้ำที่เต็มกระเพาะปัสสาวะ แตกต่างจากคนที่กระเพาะปัสสาวะบีบตัวไวกว่าปกติที่มักขับถ่ายออกมาในปริมาณน้อยเพราะ ขับถ่ายทั้งที่น้ำยังไม่ทันเต็มกระเพาะปัสสาวะ

ส่วนใหญ่ภาวะกระเพาะปัสสาวะบีบตัวไวเกินไปจะเกี่ยวข้องกับความคิดปกติของกระเพาะ ปัสสาวะโดยตรง เช่น การอักเสบ เรืองของโรคในกระเพาะปัสสาวะ เช่น มีนิ่วหรือก้อนเนื้อออก หรือความคิดปกติของอวัยวะข้างเคียง เช่น ในผู้หญิงอาจมีความผิดปกติของมดลูก สาเหตุแท้จริง นั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่พบว่ามีหลายอย่างมากระตุ้นได้ เช่น อุปนิสัย เครื่องดื่มบางชนิด การใช้ ชีวิต อย่างเช่นบางคนอาจมีภาวะที่ต้องกลั้นปัสสาวะอยู่เรื่อยๆ รวมถึงอาหารบางอย่างมีคุณสมบัติ ในการเร่งการบีบตัวของกระเพาะปัสสาวะ เช่น คาเฟอีน เครื่องดื่มที่มีรสจัด โซดา อาหารที่รสจัด

ภาวะดังกล่าวสามารถพบได้ทั้งในผู้ชายและผู้หญิง แต่อาจพบที่ช่วงอายุต่างกัน ในผู้หญิง มักพบในวัยทำงาน วัยมหาวิทยาลัย แต่ในผู้ชายจะพบเมื่ออายุมากกว่าอาจมาจากต่อมลูกหมากโต หรือการทำงานของสมองเริ่มบกพร่อง

วิธีสังเกตว่าตัวเองเข้าข่ายหรือไม่ ให้เปรียบเทียบความถี่ในการปวดปัสสาวะ หรือความถี่ ในการเข้าห้องน้ำของตัวเองกับคนรอบข้าง อาจเป็นเพื่อนที่ทำงาน หรือญาติพี่น้องในวัยเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน และสังเกตความสามารถในการควบคุมปัสสาวะว่าสามารถทำได้มากน้อยแค่ไหน หากไม่สามารถควบคุมได้ พบปัญหาปัสสาวะรดบ่อยๆ หรือตอนกลางคืนลุกเข้าห้องน้ำจนไม่ได้ นอน แบบนี้ก็เข้าข่ายผิดปกติที่ควรพบแพทย์

รายการอ้างอิง

วชิร คชการ. (2560, 29 มีนาคม). ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป โรคที่ใครหลายคนไม่รู้ตัวว่าเป็น. สืบค้น จาก <https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ภาวะปัสสาวะบ่อยเกินไป/>

## 2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

เรื่อง คอร์ดิซอลกับความเครียด

ชื่อ-นามสกุล นักเรียนที่ได้รับการประเมิน.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....

เกณฑ์ในการให้คะแนนเพื่อประเมินระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์				คะแนน
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	
<b>ด้านความถูกต้องของเนื้อหา</b> การระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ครบถ้วน สำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) ระบุชื่อฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง 2) แหล่งสร้างฮอร์โมน 3) อวัยวะเป้าหมายหรือกลไกการออกฤทธิ์ 4) ผลกระทบที่เกิดขึ้น และ 5) วิธีการหลีกเลี่ยงหรือป้องกัน	- ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ครบถ้วน - ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด	- ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญได้ครบถ้วน - ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง 4 ประเด็น จาก 5 ประเด็นที่กำหนด	- ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญไม่น้อยกว่า 3 ประเด็น จาก 5 ประเด็นที่กำหนด - ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องไม่น้อยกว่า 3 ประเด็น จาก 5 ประเด็นที่กำหนด	- ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่ประเด็นสำคัญ - ระบุเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง	



องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์				คะแนน
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	
<b>ด้านการให้เหตุผล</b> การให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่นำเสนอ ถูกต้องตามหลัก วิทยาศาสตร์ อ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ นำเชื่อถืออย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูล	- ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ - ถูกต้องตาม หลัก วิทยาศาสตร์ - อ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ นำเชื่อถืออย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูล	- ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ - ถูกต้องตาม หลัก วิทยาศาสตร์ - อ้างอิงอย่าง น้อยจาก 2 แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แต่ แหล่งข้อมูลอาจ ไม่นำเชื่อถือ	- ให้เหตุผล สอดคล้องกับ ประเด็นที่ นำเสนอ - อาจไม่ถูกต้อง ตามหลัก วิทยาศาสตร์ ทั้งหมด - อ้างอิงจาก แหล่งข้อมูลที่ไม่ เกี่ยวข้องหรือไม่ นำเชื่อถือ	- ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุเหตุผล ที่ไม่สอดคล้อง กับประเด็นที่ นำเสนอ - ไม่เป็นเหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ - ไม่มีการอ้างอิง แหล่งข้อมูล	
<b>ด้านการใช้ภาษา</b> การเขียนข้อความ ได้ชัดเจน ใช้ภาษา ที่อ่านเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลัก ภาษา หากมีการ ใช้คำศัพท์ทาง วิชาการสามารถ เลือกใช้ได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม	- เขียนข้อความ ได้ชัดเจน ทั้งหมด - ใช้ภาษาที่อ่าน เข้าใจง่าย - เขียนได้ถูกต้อง ตามหลักภาษา - ระบุคำศัพท์ ทางวิชาการได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม	- เขียนข้อความ ได้ค่อนข้าง ชัดเจน - ใช้ ภาษาที่อ่าน เข้าใจง่าย - เขียนไม่ถูกต้อง ตามหลักภาษา - ระบุคำศัพท์ ทางวิชาการได้ อย่างถูกต้อง เหมาะสม	- เขียนข้อความ ได้ไม่ชัดเจน - ใช้ภาษาที่อ่าน เข้าใจยาก - เขียนไม่ถูกต้อง ตามหลักภาษา - ระบุคำศัพท์ ทางวิชาการที่ไม่ ถูกต้อง	- เขียนไม่สื่อ ความ - ใช้ภาษาที่อ่าน เข้าใจยาก - เขียนไม่ถูกต้อง ตามหลักภาษา - ไม่ระบุคำศัพท์ ทางวิชาการ	

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์				คะแนน
	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	
<b>ด้านการเรียบเรียงเนื้อหา</b> การเรียบเรียงเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แต่ละย่อหน้าจำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน	- เรียบเรียงเนื้อหาได้ ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน - ทุกย่อหน้า จำแนกประเด็นได้อย่างชัดเจน	- เรียบเรียงเนื้อหาได้ ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน - ย่อหน้าส่วน ใหญ่จำแนก ประเด็นได้อย่างชัดเจน	- เรียบเรียงเนื้อหาได้ ค่อนข้างต่อเนื่องสัมพันธ์ - ย่อหน้าส่วน ใหญ่ขาดการ จำแนกประเด็นที่ชัดเจน	- เรียบเรียงเนื้อหาไม่ ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน - ทุกย่อหน้าขาด การจำแนก ประเด็นที่ชัดเจน	
<b>ด้านการเทียบเคียง</b> การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา	เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา	เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ แต่ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับเนื้อหา	ไม่พบการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หนึ่งกับสิ่งอื่น หรือไม่พบการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

### ภาคผนวก ค

#### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบรวมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาแบบสืบสอบร่วมกับการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดของฮอร์โมน ต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมอง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 3 คาบ ระยะเวลา 150 นาที

ผู้สอน นางสาวปณาลี สติคราม

### สาระชีววิทยา

สาระที่ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอรโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

6.16 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนผังสรุปหน้าที่ของฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและเนื้อเยื่อที่สร้างฮอรโมน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมไร้ท่อ และต่อมมีท่อได้
2. อธิบายความหมายและจำแนกชนิดของฮอรโมนได้
3. เขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะ หน้าที่ และแหล่งเป้าหมายในกระบวนการทำงานของฮอรโมนจากต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมองได้
4. สืบค้นข้อมูล และเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายกระบวนการทำงานของฮอรโมนจากต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมองได้
5. มีความรับผิดชอบ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

### สาระสำคัญ

ฮอรโมนเป็นสารที่ควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย โดยผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือเนื้อเยื่อ โดยต่อมไร้ท่อนี้จะกระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั่วร่างกาย

ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่สร้างหรือหลั่งฮอรโมน โดยอาศัยการลำเลียงสารผ่านระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง

ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโทนินซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไป ในช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงในรอบวัน

ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งโกรทฮอร์โมน โพรแลกทิน ACTH TSH FSH LH เอนดอร์ฟิน ส่วนต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่งฮอร์โมนซึ่งสร้างจากไฮโปทาลามัส ได้แก่ ADH และออกซิโทซิน ฮอร์โมนแต่ละชนิดจะออกฤทธิ์และควบคุมการทำงานที่อวัยวะเป้าหมายที่แตกต่างกัน

สาระการเรียนรู้

ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) หมายถึง ต่อมที่สร้างหรือหลั่งสารเคมีที่เป็นฮอร์โมน แต่ไม่มีท่อลำเลียงออกจากต่อมจึงต้องอาศัยหลอดเลือดช่วยลำเลียงฮอร์โมนที่สร้างขึ้นไปสู่อวัยวะเป้าหมายเพื่อควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกายให้อยู่ในสภาวะสมดุล

ต่อมมีท่อ (Exocrine gland) หมายถึง ต่อมที่มีท่อสำหรับหลั่งสาร เช่น ต่อมน้ำย่อยและต่อมน้ำลาย

ฮอร์โมน (Hormone) หมายถึง สารเคมีที่ถูกสร้างและหลั่งไปในกระแสเลือดเพื่อควบคุมสมดุลต่างๆ ของร่างกาย

ชนิดของฮอร์โมน แบ่งตามโครงสร้างทางเคมีได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเอมีน กลุ่มเปปไทด์ และกลุ่มสเตียรอยด์ แต่หากแบ่งตามคุณสมบัติในการละลายแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ละลายน้ำได้ กับกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ

#### ต่อมไพเนียล (pineal gland)

ต่อมไพเนียลอยู่ระหว่างเซรีบรัมซีกซ้ายและซีกขวา ทำหน้าที่สร้างเมลาโทนิน (melatonin) ซึ่งทำหน้าที่บอกถึงรอบวัน และยังมีหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไป ในช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ ดังนั้นถ้าต่อมนี้สร้างฮอร์โมนมากเกินไปจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ

#### ต่อมใต้สมอง (pituitary gland)

ต่อมใต้สมองเป็นต่อมที่อยู่ติดกับส่วนล่างของสมองส่วนไฮโปทาลามัส แบ่งได้เป็น 3 ส่วนคือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนหลัง ต่อมใต้สมองสร้างและหลั่งฮอร์โมนเพื่อควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่นๆ รวมถึงกระบวนการทำงานของร่างกาย ดังนี้

1. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า การหลั่งฮอร์โมนส่วนใหญ่จะถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนประสาทจากไฮโปทาลามัส ฮอร์โมนที่สำคัญมีดังนี้

1.1 โกรทฮอร์โมน (growth hormone; GH) หรือโซมาโตโทรฟิน (somatotrophin, somatotrophic hormone; STH) มีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตทั่วไปของร่างกาย เช่น กระตุ้น

การเจริญเติบโตของกระดูก กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนนี้เมื่อหลังมากเกินไปในวัยเด็กจะทำให้ร่างกายสูงผิดปกติหรือสภาพร่างยักษ์ (gigantism) แต่ถ้าหลังน้อยเกินไปจะมีลักษณะเตี้ยแคระ (dwarfism) หากสร้างฮอร์โมนนี้มากเกินไปในวัยผู้ใหญ่จะเรียกว่าโรคอะโครเมกาลี (acromegaly) ทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูกตามใบหน้า หน้าผากและกรามยื่น ฟันห่าง นิ้วมือและนิ้วเท้าใหญ่ผิดปกติ และถ้าหลังน้อยเกินไปจะเรียกว่าโรคซิมมอน (simmon's disease) มักไม่แสดงอาการให้เห็นแต่พบว่าน้ำตาลในเลือดต่ำจึงมักเป็นลมได้ง่าย

1.2 โภนาโดโทรฟิน (gonadotrophin; Gn) ประกอบด้วย ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน (follicle stimulating hormone; FSH) และลูทีไนซิงฮอร์โมน (lutening hormone; LH)

สำหรับเพศชาย FSH กระตุ้นการเจริญเติบโตของอวัยวะและหลอดสร้างอสุจิให้สร้างอสุจิ ส่วน LH กระตุ้นกลุ่มเซลล์อินเตอร์สติเชียล (interstitial cell) ที่แทรกอยู่ระหว่างหลอดสร้างอสุจิในอวัยวะให้หลังฮอร์โมนเพศชายคือ เทสโทสเตอโรน (testosterone)

สำหรับเพศหญิง FSH กระตุ้นการเจริญของฟอลลิเคิล (follicle) ในรังไข่ ขณะฟอลลิเคิลเจริญจะสร้างฮอร์โมนเพศหญิงคือ เอสโตรเจน (estrogen) ขณะที่ LH จะกระตุ้นการตกไข่และเกิดคอร์ปัสลูเทียม คอร์ปัสลูเทียมจะสร้างฮอร์โมนชื่อโพรเจสเตอโรน (progesterone) ทำหน้าที่ร่วมกับเอสโตรเจน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่รังไข่และมดลูกเพื่อรองรับการฝังตัวของเอ็มบริโอ

1.3 โพรแลกทิน (prolactin) กระตุ้นต่อมน้ำนมให้สร้างน้ำนม เพื่อเลี้ยงลูกอ่อนหลังคลอด

1.4 อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิน (adrenocorticotrophin adrenocorticotrophic hormone; ACTH) ทำหน้าที่กระตุ้นต่อมหมวกไตส่วนนอกให้หลังฮอร์โมนตามปกติ

1.5 ไทรอยด์สติมิวเลติงฮอร์โมน (thyroid stimulating hormone; TSH) กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้หลังฮอร์โมนตามปกติ

1.6 เอนดอร์ฟิน (endorphin) เป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายมอร์ฟิน พบว่ามีแหล่งสร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าและอาจสร้างมาจากเนื้อเยื่อส่วนอื่นๆ เป็นสารที่ทำหน้าที่ระงับความเจ็บปวด และเชื่อกันว่าเอนดอร์ฟินยังเป็นสารที่ทำให้มีความคิดสร้างสรรค์ ช่วยเพิ่มความตื่นตัว และมีชีวิตชีวา

2. ต่อมใต้สมองส่วนหลัง เป็นส่วนที่มีปลายแอกซอนของเซลล์นิวโรซีรีทอริจากสมองส่วนไฮโปทาลามัสมาสิ้นสุดเป็นจำนวนมาก เซลล์เหล่านี้จะสร้างฮอร์โมนประสาทมาปล่อยที่ต่อมใต้สมองส่วนหลัง ก่อนหลั่งสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายทางกระแสเลือด ได้แก่

2.1 วาโซเพรสซิน (vasopressin) หรือแอนติไดูเรติกฮอร์โมน (antidiuretic hormone; ADH) ทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับน้ำของท่อหน่วยไตและกระตุ้นให้หลอดเลือดอาร์เตอร์หดตัว

2.2 ออกซิโทซิน (oxytocin) ทำให้กล้ามเนื้อเรียบที่มดลูกบีบตัว จึงเป็นฮอร์โมนที่แพทย์ฉีดยาเพื่อช่วยในการคลอดของมารดาที่มีฮอร์โมนชนิดนี้น้อยกว่าปกติ นอกจากนี้ฮอร์โมนนี้ยังกระตุ้นกล้ามเนื้อรอบๆ ต่อม้าน้ำนมให้หดตัวเพื่อขับน้ำนมออกมาเลี้ยงลูกอ่อน

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) (20 นาที)

1. ครูแจกบทความวิทยาศาสตร์เรื่อง "Adam Reiner คนแคระที่กลายเป็นยักษ์" ให้กับนักเรียนทุกคน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือสงสัย โดยให้นักเรียนวิเคราะห์บทความดังกล่าวเป็นเวลา 10 นาที และตอบคำถามดังต่อไปนี้

1.1 อัดัม เรนเนอร์ ในวัยเด็กมีความผิดปกติอย่างไร เรียกลักษณะนั้นว่าอะไร  
(อัดัม เรนเนอร์มีความสูงต่ำกว่าเกณฑ์ ร่างกายอ่อนแอ เรียกลักษณะนี้ว่าภาวะแคระแกร็น)

1.2 อัดัมในวัย 31 ปี มีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายเป็นอย่างไร  
(อัดัมมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มือและเท้าโตผิดปกติ)

1.3 โรคอะโครเมกาลี (acromegaly) ทำให้เกิดความผิดปกติอย่างไรบ้าง  
(หน้าผากและกรามยื่น ฟันห่าง กระดูกบริเวณมือและเท้าผิดปกติ กระดูกสันหลังคดง)

1.4 นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่ทำให้ความสูงของอัดัมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เป็นเพราะเหตุใด  
(เพราะมีเนื้ออกที่ต่อมใต้สมอง ทำให้โกรทฮอร์โมนหลั่งมากกว่าปกติ)

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ร่วมกันระดมความคิดเพื่อตอบคำถามสำคัญ โดยเชื่อมโยงความรู้จากบทความข้างต้น ดังนี้

2.1 นักเรียนคิดว่าต่อมใต้สมองเกี่ยวข้องกับเจริญเติบโตของร่างกายอย่างไร

2.2 โกรทฮอร์โมนมีหน้าที่อย่างไร

2.3 ฮอร์โมนคืออะไร เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับร่างกายมนุษย์อย่างไร  
(นักเรียนตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง)

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ระบุคำถามที่สงสัยเกี่ยวกับฮอร์โมน และต่อมใต้สมอง กลุ่มละ 2 คำถาม ครูเขียนคำถามของแต่ละกลุ่มไว้บนกระดาน เพื่อนำไปสู่การสำรวจและตรวจสอบในขั้นถัดไป

### ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) (70 นาที)

#### กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ชนิดของฮอร์โมน (20 นาที)

1. ครูแสดงภาพการทดลองของอาร์โนลด์ เอ เบอร์โพลด์ ผู้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลูกไก่เพศผู้ไปเป็นไก่เพศผู้ที่โตเต็มวัย โดยให้นักเรียนสังเกตภาพการทดลองดังกล่าว จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ตามประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

1.1 จากการทดลองชุดที่ 2 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองอย่างไร

(อันตะเกี่ยวข้องกับการเจริญของลักษณะเพศผู้ของไก่)

1.2 หลักฐานใดที่ยืนยันว่าอันตะควบคุมการแสดงลักษณะที่สองของเพศผู้ในไก่

(ไก่ที่ไม่ตัดอันตะออก เมื่อโตเต็มวัยจะมีหงอนและเหนียงคอ มีเดือยและมีขนที่หางยาว

ตั้งการทดลองชุดที่ 1 ส่วนไก่ที่ตัดอันตะออก จะมีหงอนและเหนียงสั้น ไม่มีเดือย ขนที่หางสั้น ซึ่งคล้ายลักษณะเพศเมีย และมีนิสัยไม่ค่อยต่อสู้)

1.3 จากการทดลองในชุดที่ 3 ทำให้เกิดข้อสงสัยว่าอย่างไร

(สารที่อันตะสร้างขึ้นจะไปควบคุมการเจริญของหงอน เหนียง เดือย และควบคุมการเจริญของหางซึ่งอยู่ห่างไกลจากอันตะได้อย่างไร)

1.4 จากการทดลองทั้ง 3 ชุด จะสรุปได้อย่างไร

(สารจากอันตะลำเลียงไปตามระบบหมุนเวียนเลือดเพื่อควบคุมการเจริญของลักษณะที่สองของเพศผู้ในไก่)

1.5 จากการทดลองข้างต้น สารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของไก่เพศผู้เรียกว่าอะไร (ฮอร์โมน)

2. ครูแจกแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่องฮอร์โมนและชนิดของฮอร์โมนให้กับนักเรียนทุกคน จากนั้นแสดงภาพเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ เพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์ และตอบคำถามตอนที่ 1 ดังนี้

2.1 จงบอกความหมายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ

(ต่อมมีท่อ เป็นต่อมที่มีท่อในการลำเลียงสาร ส่วนต่อมไร้ท่อ ต้องลำเลียงสารที่หลั่งออกมาผ่านกระแสเลือด)

2.2 ลักษณะการลำเลียงฮอร์โมนของต่อมไร้ท่อส่งผลได้อย่างไร

(เนื่องการฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อจะถูกลำเลียงผ่านกระแสเลือดทำให้ฮอร์โมนนั้นถูกส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายที่อยู่ไกลจากต่อมเหล่านั้นได้ทั่วร่างกาย)

3. นักเรียนศึกษาชนิดของฮอร์โมนจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง ชนิดของฮอร์โมนและกลไกการออกฤทธิ์ ความยาว 5 นาที จากนั้นตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ดังคำถามต่อไปนี้



### 3.1 ฮอรโมนแบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม และใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

(ใช้เกณฑ์คุณสมบัติในการละลาย สามารถได้เป็น 2 กลุ่ม คือฮอรโมนที่ละลายในน้ำ กับฮอรโมนที่ละลายในไขมัน)

### 3.2 ฮอรโมนมีกลไกในการออกฤทธิ์อย่างไร

(การออกฤทธิ์ของฮอรโมนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการละลาย กลุ่มที่มีคุณสมบัติละลายในน้ำ เมื่อหลังสู่กระแสเลือดจะละลายในน้ำเลือดและส่งไปยังเซลล์เป้าหมายได้เลย ไปจับกับตัวรับที่เยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการตอบสนองของโปรตีนภายในเซลล์หรือการแปลงสัญญาณนั่นเอง ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อหลังสู่กระแสเลือดจะจับกับโปรตีนในพลาสมาเพื่อขนส่งไปยังเซลล์เป้าหมาย แล้วแทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และเข้าไปจับกับตัวรับในนิวเคลียส จากนั้นจึงกระตุ้นการทำงานของยีนให้เกิดการตอบสนอง)

### 3.3 นักเรียนคิดว่าฮอรโมนแต่ละชนิดมีความเร็วในการออกฤทธิ์เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

(ฮอรโมนกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ ออกฤทธิ์ได้ช้ากว่า เนื่องจากต้องเข้าไปจับกับตัวรับภายในเซลล์เพื่อทำให้เกิดการตอบสนอง)

### 3.4 เพราะเหตุใดเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายจึงตอบสนองกับฮอรโมนบางชนิดเท่านั้น ทั้งที่ในกระแสเลือดเป็นทางลำเลียงของฮอรโมนทุกชนิด (เพราะที่เซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายจะมีตัวรับที่จำเพาะ

เจาะจงกับฮอรโมนชนิดนั้น เช่น เซลล์ตับจะมีตัวรับที่จำเพาะกับอินซูลิน และไม่พบตัวรับเทสโทสเตอโรนที่เป็นฮอรโมนเพศ)

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ชนิดของฮอรโมนยังสามารถแบ่งได้ตามโครงสร้างทางเคมี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มเอมีน (Amine hormone) เป็นฮอรโมนที่ถูกสร้างจากกรดอะมิโนเพียงตัวเดียว เช่น ไทรอกซิน และเมลาโทนิน เป็นต้น

2) กลุ่มเปปไทด์ (Peptide hormone) เป็นฮอรโมนที่ถูกสร้างจากสายพอลิเปปไทด์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่

2.1) กลุ่มไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) ประกอบด้วยสายเปปไทด์ และคาร์โบไฮเดรต เช่น LH และ FSH

2.2) กลุ่มเปปไทด์สายสั้น ๆ หรือโปรตีนโมเลกุลเล็ก ๆ (Short peptide or small protein) บางชนิดเป็นสายเปปไทด์สั้น ๆ เช่น ADH และออกซิโทซิน หรือบางชนิดเป็นโปรตีนโมเลกุลเล็ก เช่น โกรทฮอรโมน

3) กลุ่มสเตียรอยด์ (Steroid hormone) เป็นฮอร์โมนจากอนุพันธ์ของลิพิด เช่น เอสโตรเจน เทสโทสเตอโรน โพรเจสเตอโรน และคอร์ติซอล เป็นต้น

### กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ต่อมไพเนียล (20 นาที)

1. ครูแจกใบความรู้ที่ 2 และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ต่อมไพเนียล ให้กับนักเรียนทุกคน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาบทความวิทยาศาสตร์จากใบความรู้ที่ 2 เป็นเวลา 15 นาที พร้อมตอบคำถามลงในแบบบันทึกกิจกรรมดังกล่าว

2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันตามประเด็นคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมดังนี้

2.1 ต่อมไพเนียลในมนุษย์พบได้ในบริเวณใด

(ต่อมไพเนียลในมนุษย์เป็นต่อมเล็กๆ ที่อยู่ระหว่างซีรีบรัมซีกซ้ายและซีกขวา)

2.2 ฮอร์โมนเมลาโทนินมีหน้าที่อะไร

(ฮอร์โมนเมลาโทนินทำหน้าที่บอกรอบวัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไป)

2.3 ความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนเมลาโทนินมีอะไรบ้าง

(หากฮอร์โมนนี้ถูกสร้างมากเกินไปในช่วงวัยรุ่นจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ)

2.4 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของต่อมไพเนียลในหนูทดลอง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของรังไข่กับการหลังเมลาโทนิน นักเรียนจะกำหนดตัวแปรในการทดลองอย่างไร

(ตัวแปรต้น คือ ปริมาณแสงสว่างที่ได้รับ

ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของรังไข่ การหลังเมลาโทนิน

ตัวแปรควบคุม คือ หนูทดลองที่เป็นพันธุ์เดียวกัน อายุเท่ากัน ปริมาณอาหารที่ให้ สถานที่เลี้ยง)

### กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง (30 นาที)

1. ครูแจกชุดบัตรความรู้ซึ่งเป็นตัวอย่างสถานการณ์ความผิดปกติจากการสร้างหรือหลังฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 8 ใบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ใบที่ 1 ฮอร์โมนเอนดอร์ฟิน

ใบที่ 2 ฮอร์โมนโปรแลคติน

ใบที่ 3 ฮอร์โมน ACTH

ใบที่ 4 ฮอร์โมน TSH

ใบที่ 5-6 โกรทฮอร์โมน

ใบที่ 7 ฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก

ใบที่ 8 ฮอร์โมนออกซิโทซิน

2. ครูแจกแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ให้กับนักเรียนทุกคน จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลในบัตรความรู้ที่แจกให้และตอบคำถามลงในแบบบันทึกกิจกรรมดังกล่าว โดยกำหนดเวลาทำกิจกรรม 20 นาที

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากกิจกรรมโดยมีประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

3.1 ฮอร์โมนใดทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย และหลังจากต่อมใต้

(โกรทฮอร์โมน หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า)

3.2 เหตุใดโรเบิร์ต เวดเลอร์จึงมีความสูงมากกว่าคนปกติ และเรียกลักษณะอาการนี้ว่าอะไร

(เพราะโกรทฮอร์โมนถูกผลิตและหลั่งมากเกินไปในวัยเด็ก ทำให้ร่างกายสูงใหญ่ผิดปกติ เรียก  
ลักษณะนี้ว่า Gigantism)

3.3 หากปีเตอร์ ดิลค์เลจได้รับฮอร์โมนดังกล่าวมากเกินไปในวัยผู้ใหญ่ เขาจะมีความสูงปกติหรือไม่ อย่างไร

(เขาจะมีร่างกายสูงใหญ่ผิดปกติ ซึ่งเรียกลักษณะอาการนี้ว่า อะโครเมกาลี)

3.4 ฮอร์โมนออกซิโทซิน (Oxytocin) ผลิตจากต่อมใต้ และมีหน้าที่อย่างไร

(ผลิตจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส มีหน้าที่กระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบบริเวณมดลูกบีบตัว)

3.5 ฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (ADH) ผลิตจากต่อมใต้ และมีหน้าที่อย่างไร

(ผลิตจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส มีหน้าที่ในการควบคุมสมดุลในร่างกายให้เป็นปกติ)

3.6 ACTH ผลิตจากต่อมใต้ และฮอร์โมนดังกล่าวเป็นกลไกควบคุมอวัยวะส่วนใด

(ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า มีหน้าที่ควบคุมการสร้างและหลั่งฮอร์โมนของต่อมหมวกไต  
ส่วนนอก)

3.7 ฮอร์โมน TSH ผลิตจากต่อมใต้ และทำหน้าที่อย่างไร

(ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า มีหน้าที่กระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์)

3.8 ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความสุขคือฮอร์โมนใด และหลังจากต่อมใต้

(ฮอร์โมนเอนดอร์ฟิน หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า)

3.9 ฮอร์โมนใดที่ช่วยในการผลิตน้ำนม และหลังจากต่อมใต้

(ฮอร์โมนโพรแลคติน หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า)

### ขั้นที่ 3 การสร้างคำอธิบาย (Explanation) (30 นาที)

1. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ตและปากกาเมจิกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนวาดแผนภาพหรือเขียนผังมโนทัศน์ เรื่อง แหล่งผลิตฮอร์โมน และอวัยวะเป้าหมาย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของฮอร์โมน แหล่งผลิตฮอร์โมน และอวัยวะเป้าหมายจากกิจกรรมที่ผ่านมา กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที

2. เมื่อครบกำหนดเวลา นักเรียนแต่ละกลุ่มนำฟลิปชาร์ตไปติดหน้ากระดาน และตัวแทนนักเรียนจาก 2 กลุ่มที่ถูกสุ่มจากการจับสลากจะนำเสนอแผนภาพหรือแผนผังของกลุ่มตนเอง

3. จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาการสรุปความรู้ของเพื่อนร่วมชั้น และช่วยกันเติมเต็ม แก้ไขความเข้าใจส่วนที่ผิดพลาด

4. นักเรียนตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ประมวลความรู้จากกิจกรรมที่ครูแจกให้ เพื่อเขียนคำอธิบายหรือสรุปความเข้าใจโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมข้างต้น โดยใช้คำถามดังนี้

4.1 จงอธิบายความสัมพันธ์ของฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

4.2 ฮอร์โมนที่หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ามีอะไรบ้าง แต่ละฮอร์โมนทำหน้าที่อย่างไร (ยกตัวอย่าง 2 ฮอร์โมน)

4.3 ฮอร์โมนที่หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหลังมีอะไรบ้าง แต่ละฮอร์โมนทำหน้าที่อย่างไร (ยกตัวอย่าง 2 ฮอร์โมน)

4.4 หากขาดฮอร์โมน ACTH นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อร่างกายอย่างไร

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง กลไกการออกฤทธิ์ และลักษณะอาการ/โรคที่เกิดจากการหลั่งฮอร์โมนผิดปกติ

### ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) (30 นาที)

1. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่ากิจกรรมนี้จะเป็นการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมาเพื่อไปใช้ในงานเขียน โดยให้รายละเอียดของลักษณะงาน อธิบายหลักการพื้นฐานของการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ลักษณะของการเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการเขียน

2. จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กันตามความสมัครใจ จึงมีจำนวน 17 คู่ แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่เลือกบทบาทกันว่าใครจะเป็นผู้เริ่มร่างงานเขียนครั้งที่ 1 (นักเรียน A) และใครจะเป็นผู้ทำการตรวจสอบแก้ไข (นักเรียน B)

3. เมื่อนักเรียนแบ่งบทบาทกันแล้ว ครูจะนำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและสถานการณ์ในชีวิตประจำวันจำนวน 3 หัวข้อ ให้แต่ละคู่เลือกเพียง 1 หัวข้อที่สนใจศึกษา โดยมีประเด็นให้เลือก ดังนี้

3.1 อาหารเสริมเมลานินแก้อาหารนอนหลับยากได้จริงหรือ

3.2 สงสัยไหมว่า ทำไมดื่มกาแฟแล้วขับถ่ายบ่อย

3.3 เอ็นดอร์ฟิน ฮอริโมนแห่งความสุข

4. นักเรียนแต่ละคู่แลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อที่เลือก ดำเนินการค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ เช่น หนังสือ เอกสารความรู้ และอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางโครงร่างการเขียน กำหนดเวลาในการศึกษาค้นคว้าเพื่อร่างประเด็นในโครงร่างการเขียน 15 นาที

5. นักเรียนส่งประเด็นในโครงร่างการเขียนให้ครูตรวจสอบและให้คำแนะนำ ก่อนเริ่มเขียนร่างฉบับแรก

6. นักเรียน A เป็นผู้เขียนร่างฉบับแรกก่อน จากนั้นส่งให้นักเรียน B เป็นผู้ตรวจสอบ แก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความใหม่ด้วยปากกาสี จากนั้นส่งให้ครูตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ หากนักเรียนไม่สามารถทำเสร็จในห้องเรียนได้ให้นักเรียนส่งงานทางอีเมล และขอคำแนะนำจากครูนอกห้องเรียนได้

7. ในการปรับปรุงงานเขียน นักเรียน B นำข้อเสนอแนะจากครูมาเขียนงานฉบับสมบูรณ์ ส่วนนักเรียน A เป็นผู้ตรวจสอบอีกครั้งก่อนส่ง กำหนดเวลาในการส่งงานเขียนฉบับสมบูรณ์ทางอีเมล ภายใน 1 สัปดาห์หลังการมอบหมายงาน

### ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนประเมินความเข้าใจของตนเองจากการเขียนสะท้อนคิดลงในกระดาษที่แจกให้ โดยมีข้อคำถาม ดังนี้ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังไม่รู้/ไม่เข้าใจ อุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน และแนวทางในการพัฒนาตนเอง

2. ครูให้นักเรียนประเมินการทำงานของเพื่อนคู่เขียน และของตนเองจากแบบประเมิน

3. ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนในขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยสังเกตจากการตอบคำถามปากเปล่า ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นสร้างคำอธิบายประเมินจากการตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมการอภิปรายหน้าชั้นเรียน และการสร้างผังมโนทัศน์

4. ครูประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนในขั้นสำรวจและค้นหา จากการสังเกตพฤติกรรม

5. ครูประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

### สื่อการเรียนการสอน

1. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1-3 เรื่อง ชนิดของฮอว์โมน ต่อมไพเนียล และฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง
2. บทความเรื่อง “Adam Rainer คนแคระที่กลายเป็นยักษ์”
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง "ชนิดของฮอว์โมน"
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง "ต่อมไพเนียล"
5. บัตรความรู้ เรื่อง "ฮอว์โมนจากต่อมใต้สมอง" จำนวน 8 ใบ
6. กระดาษฟลิปชาร์ต
7. ปากกาเมจิก
8. สื่อ power point เรื่อง ฮอว์โมน ต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมอง
9. สื่อวีดิทัศน์ เรื่อง ชนิดของฮอว์โมนและกลไกการออกฤทธิ์ เข้าถึงได้จาก "<https://www.youtube.com/watch?v=eWHH9je2zG4>"

### ชิ้นงานและภาระงาน

1. ผังมโนทัศน์ เรื่อง แหล่งผลิตฮอว์โมน และอวัยวะเป้าหมาย
2. งานเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายความหมายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมไร้ท่อ และต่อมมีท่อได้	-สังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียน -การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม	-แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 4	-ตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
2. อธิบายความหมายและจำแนกชนิดของฮอว์โมนได้	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน -การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม -การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	-แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 4	-ตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมและนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
3. เขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะหน้าที่ และแหล่งเป้าหมายในกระบวนการทำงานของฮอว์โมนจากต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมองได้	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน -การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม -การตรวจผังมโนทัศน์และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน	-แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 3 และ 4 -ผังมโนทัศน์ เรื่อง แหล่งผลิตฮอว์โมน และอวัยวะเป้าหมาย	-ตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 -สร้างผังมโนทัศน์และนำเสนอได้อย่างถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80
4. สืบค้นและเขียนสื่อสารวิทยศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับฮอว์โมนจากต่อมไพเนียล และต่อมใต้สมองได้	-การตรวจงานเขียนสื่อสารวิทยศาสตร์	-งานเขียนสื่อสารวิทยศาสตร์ ประเมินโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยศาสตร์	-งานเขียนมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 70
5. มีความรับผิดชอบ	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน -นักเรียนประเมินตนเองและประเมินเพื่อน	-แบบประเมินตนเองและแบบประเมินเพื่อนร่วมงาน	-นักเรียนมีคะแนนความรับผิดชอบไม่น้อยกว่า 2 คะแนน

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
6. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	-สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน -นักเรียนประเมินตนเองและประเมินเพื่อน	-แบบประเมินตนเองและแบบประเมินเพื่อน ร่วมงาน	- นักเรียนมีคะแนนด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่น้อยกว่า 2 คะแนน



## แบบบันทึกการสะท้อนคิด

ผู้บันทึก.....

บันทึก ณ วันที่.....

ตารางบันทึกการสะท้อนคิดจากกิจกรรมการเรียนรู้วันนี้

1. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	2. สิ่งที่ยังสงสัย/ไม่เข้าใจ
3. อุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน	4. แนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

## แบบประเมินตนเอง

การประเมินครั้งที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติเพียงเล็กน้อย ให้ 1 คะแนน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
4. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

### แบบประเมินเพื่อนร่วมงาน

งานเขียนครั้งที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

ชื่อเพื่อนที่ได้รับการประเมิน.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติเพียงเล็กน้อย ให้ 1 คะแนน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
4. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			



## แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ฮอริโมนและชนิดของฮอริโมน

**จุดประสงค์** นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมไร้ท่อ และต่อมมีท่อได้
2. อธิบายความหมายและจำแนกชนิดของฮอริโมนได้

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามด้านล่างให้สมบูรณ์

### ตอนที่ 1

1. ให้นักเรียนบอกความหมายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อ และต่อมไร้ท่อ

.....

.....

2. ลักษณะการลำเลียงฮอริโมนของต่อมไร้ท่อส่งผลได้อย่างไร

.....

.....

### ตอนที่ 2

1. ฮอริโมนแบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม และใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก

.....

.....

.....

.....

2. ฮอริโมนมีกลไกในการออกฤทธิ์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าฮอร์โมนแต่ละชนิดมีความเร็วในการออกฤทธิ์เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

4. เพราะเหตุใดเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมายจึงตอบสนองกับฮอร์โมนบางชนิดเท่านั้น ทั้งที่ในกระแสเลือดเป็นทางลำเลียงของฮอร์โมนทุกชนิด

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

## ใบความรู้ที่ 2

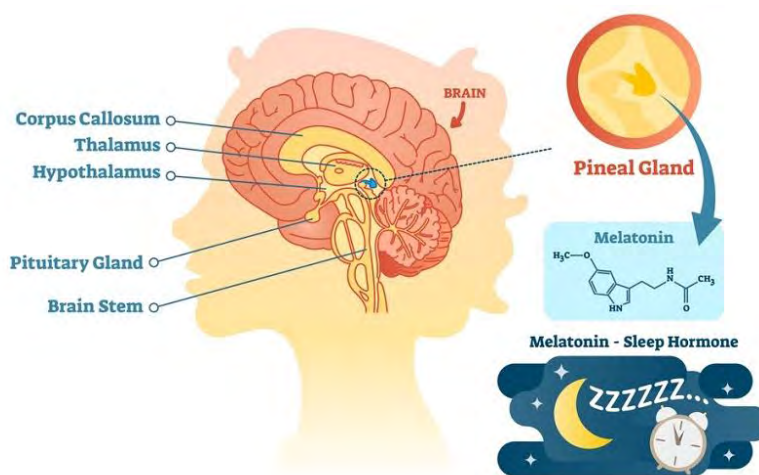
### เรื่อง ต่อมไพเนียล (pineal gland)

เรียบเรียง โดย ปณาลี สติคราม

ต่อมไพเนียลของสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลาปากกลม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน บางชนิดไม่สร้างฮอร์โมน แต่เป็นกลุ่มของเซลล์รับแสง (photoreceptor cell) ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเซลล์รับแสงในชั้นเรตินาของนัยน์ตา

ส่วนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ต่อมนี้วิวัฒนาการมาเป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนได้ โดยมีเส้นประสาทซิมพาเทติกมาควบคุมการสร้างฮอร์โมน การทำงานของต่อมจึงเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับแสงสว่างและการรับภาพ

ต่อมไพเนียลของคนเป็นต่อมขนาดเล็กประมาณเม็ดข้าวมีสีแดงปนน้ำตาล อยู่ระหว่างเซรีบรัมซีกซ้ายและซีกขวา มีเซลล์ไพเนียล (pinealocyte) ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเมลาโทนิน (melatonin) ตามการทำงานของสมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ต่อมได้สมองส่วนหน้า และอวัยวะที่สร้างฮอร์โมนเพศ ฮอร์โมนชนิดนี้ทำหน้าที่บอกถึงรอบวัน และยังมีหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไปในช่วงก่อนวัยเจริญพันธุ์ ดังนั้นถ้าต่อมนี้ผิดปกติสร้างฮอร์โมนมากเกินไปจะทำให้เป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ

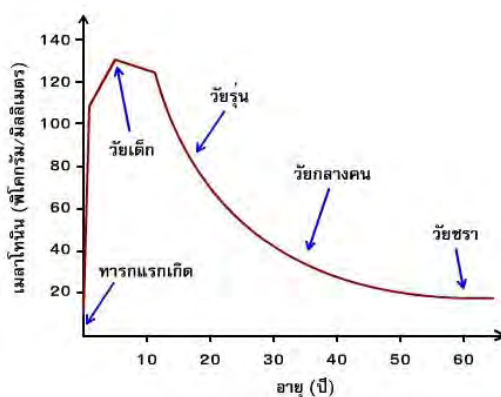


ภาพ แสดงโครงสร้างและตำแหน่งของต่อมไพเนียล

ที่มา <https://biologydictionary.net/pineal-gland/>

เมื่อจอร์บภาพในตาไม่ได้รับแสงสว่างจะส่งผลให้เซลล์ไพเนียลผลิตฮอร์โมนเมลาโทนินมากขึ้น และเมื่อได้รับแสงสว่างจะหลังเมลาโทนินน้อยลง จึงอาจกล่าวได้ว่าเมลาโทนินหลังออกมาตามวงจรชีวิต (biological rhythm) เช่น วงจรการตื่นและการหลับ ฤดูกาลผสมพันธุ์ เป็นต้น

ทารกในครรภ์จะได้รับเมลาโทนินผ่านทางรกของแม่ และหลังคลอดต้องใช้เวลาประมาณ 3 เดือน จึงจะสามารถผลิตฮอร์โมนได้เอง โดยวัยเด็กช่วงอายุ 1-6 ปี จะมีระดับฮอร์โมนที่ผลิตได้สูงที่สุด หลังจากนั้นจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ในช่วงวัยรุ่น ทั้งนี้ยังมีงานวิจัยพบว่าวัยรุ่นที่มีเมลาโทนินสูงจะเป็นหนุ่มสาวช้ากว่าปกติ จึงสังเกตได้ว่าเมื่ออายุมากขึ้นฮอร์โมนอื่น ๆ เช่น โกรทฮอร์โมน เอสโตรเจน จะลดน้อยลง



ภาพ ตารางแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมลาโทนินที่ผลิตได้ในช่วงอายุต่าง ๆ  
ที่มา [https://il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/pineal\\_gland.htm](https://il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/pineal_gland.htm)

ฮอร์โมนเมลาโทนินถูกนำมาใช้เพื่อรักษาอาการนอนหลับยาก เช่น ในผู้สูงอายุ หรือผู้ที่ทำงานไม่เป็นเวลา งานวิจัยในประเทศแถบสแกนดิเนเวียที่มีฤดูหนาวยาวนานยังพบว่าช่วยรักษาปัญหาทางอารมณ์กับผู้ที่มีการซึมเศร้าซึ่งมีฮอร์โมนนี้มากกว่าคนทั่วไป และเมลาโทนินยังสามารถกำจัดอนุมูลอิสระที่ทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มเซลล์และปกป้องเซลล์จากการทำลายของไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้ช่วยชะลอความชราได้

#### บรรณานุกรม

- Biologydictionary.net Editors. (2019). *Pineal Gland*. Retrieved May 4, 2019, from <https://biologydictionary.net/pineal-gland/>
- Bowen, R. (2019). *The pineal gland and melatonin*. Retrieved from <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/endocrine/otherendo/pineal.html>



Tan, D. X., Manchester, L. C., & Reiter, R. J. (2016). CSF generation by pineal gland results in a robust melatonin circadian rhythm in the third ventricle as an unique light/dark signal. *Medical hypotheses*, 86, 3-9.

สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. (2562). ต่อมไพเนียล. เข้าถึงได้จาก [https://il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/pineal\\_gland.htm](https://il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/pineal_gland.htm)

## แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

### เรื่อง ต่อมไฟเนียล

**จุดประสงค์** นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะ หน้าที และแหล่งเป้าหมายในกระบวนการทำงานของฮอร์โมนจากต่อมไฟเนียลได้

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามด้านล่างให้สมบูรณ์

1. ต่อมไฟเนียลในมนุษย์พบได้ในบริเวณใด

.....

.....

2. ฮอร์โมนเมลาโทนินมีหน้าที่อะไร

.....

.....

3. ความผิดปกติที่เกิดจากฮอร์โมนเมลาโทนินมีอะไรบ้าง

.....

.....

4. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของต่อมไฟเนียลในหนูทดลอง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของรังไข่กับการหลั่งเมลาโทนิน นักเรียนจะกำหนดตัวแปรในการทดลองอย่างไร

ตัวแปรต้น

.....

.....

ตัวแปรตาม

.....

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

.....

บัตรความรู้ เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

1



จินนี่ เป็นผู้ป่วยที่มีอาการซึมเศร้า (depression) ทนต่อความเจ็บปวดได้ต่ำ หลังตรวจอาการพบว่า มีระดับฮอร์โมน เอนดอร์ฟิน (endorphin) ต่ำกว่าปกติ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)

2



มฤตา เป็นคุณแม่ลูกอ่อนมีปัญหาเกี่ยวกับการให้นมบุตร หลังตรวจอาการพบว่า มีระดับฮอร์โมนโปรแลคติน (prolactin) ต่ำกว่าปกติ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary gland)

3



เอ มีกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ชูบมอม ผิวหนังตกรกระ หลังตรวจอาการพบว่า เธอขาดฮอร์โมนกลุ่ม กลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoids) จากต่อมหมวกไตส่วนนอก เนื่องจากความผิดปกติที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้ไม่สามารถหลั่งฮอร์โมน ACTH มากกระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนของต่อมหมวกไตส่วนนอกได้

4



นายบี ขาดฮอร์โมนไทรอกซิน (thyroxin) จากต่อมไทรอยด์ทำให้การเจริญทั้งด้านร่างกายและสติปัญญาช้าลง มีอาการชัก หัวใจโต ผิวหนังหยาบเหลือง ผมร่วง เนื่องจากความผิดปกติที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำให้ไม่สามารถหลั่งฮอร์โมน TSH มากกระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ได้

บัตรความรู้ เรื่อง ฮอรโมนจากต่อมใต้สมอง

5



โรเบิร์ต เวตโลว์ เป็นมนุษย์ที่สูงที่สุดในโลก หลังตรวจอาการพบว่า เป็นผลจากความผิดปกติของโกรทฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ที่ผลิตและหลั่งมากเกินไปในวัยเด็ก ทำให้ร่างกายสูงใหญ่ผิดปกติ (Gigantism)

6



ปีเตอร์ ดิงค์เลจ เป็นนักแสดงจากซีรีส์ดังอย่าง Game of Throne เขามีรูปร่างเตี้ยแคระ อันเป็นผลจากความผิดปกติของโกรทฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ที่ผลิตและหลั่งน้อยเกินไปในวัยเด็ก ทำให้มีภาวะแคระแกร็น (Dwarfism)

7



ขุนเขา หนุ่มออฟฟิศวัยสามสิบปี มีน้ำหนักตัวลดลง มีอารมณ์ไม่คงที่ นอนไม่ค่อยหลับ และการรักษาสมดุลในร่างกายผิดปกติ ทำให้ปัสสาวะมีความเข้มข้นต่ำ (เบาจืด) ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของสมองส่วนไฮโปทาลามัส ที่มีเซลล์ยืนยาวลงมาถึงต่อมใต้สมองส่วนหลัง และเป็นเซลล์ที่สร้างแอนติไดยูเรติกฮอร์โมน (ADH)

8



ตาย มีปัญหาในการคลอดบุตร เกิดจากความผิดปกติของสมองส่วนไฮโปทาลามัสที่มีเซลล์ยืนยาวลงมาถึงต่อมใต้สมองส่วนหลัง และเป็นเซลล์ที่สร้างฮอรโมนออกซิโทซิน (Oxytocin) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบบริเวณมดลูกบีบตัว

### แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

เรื่อง ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

**จุดประสงค์** นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะ หน้าที่ และแหล่งเป้าหมายในกระบวนการทำงานของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองได้

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามด้านล่างให้สมบูรณ์

1. ฮอร์โมนใดทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย และหลังจากต่อมใต้

.....

2. เหตุใดโรเบิร์ต เวดโลว์จึงมีความสูงมากกว่าคนปกติ และเรียกลักษณะอาการนี้ว่าอะไร

.....

.....

3. หากปีเตอร์ ดิลล์เลจได้รับฮอร์โมนดังกล่าวมากเกินไปในวัยผู้ใหญ่ เขาจะมีความสูงปกติหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. ฮอร์โมนออกซิโทซิน (Oxytocin) ผลิตจากต่อมใต้ และมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

5. ฮอร์โมนแอนตี้ไดยูเรติก (ADH) ผลิตจากต่อมใต้ และมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

6. ACTH ผลิตจากต่อมใต้ และฮอร์โมนดังกล่าวเป็นกลไกควบคุมอวัยวะส่วนใด

.....

.....

7. ฮอร์โมน TSH ผลิตจากต่อมใต้ และทำหน้าที่อย่างไร

.....

.....

8. ฮอรโมนที่เกี่ยวข้องกับความสุขคือฮอรโมนใด และหลังจากต่อมใด

.....

.....

9. ฮอรโมนใดที่ช่วยในการผลิตน้ำนม และหลังจากต่อมใด

.....

.....

### แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ประมวลความรู้จากกิจกรรม

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ

.....

.....

.....

.....

2. ฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ามีอะไรบ้าง แต่ละฮอร์โมนทำหน้าที่อย่างไร (ยกตัวอย่าง 2 ฮอร์โมน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหลังมีอะไรบ้าง แต่ละฮอร์โมนทำหน้าที่อย่างไร (ยกตัวอย่าง 2 ฮอร์โมน)

.....

.....

.....

.....

4. หากขาดฮอร์โมน ACTH นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อร่างกายอย่างไร

.....

.....

.....

### ภาคผนวก ง

ตัวอย่าง ผลงานการเขียนสื่อสารวิทยศาสตร์ของนักเรียน



ตัวอย่าง ผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก

เรื่อง คอรัลติซอลกับความเครียด

### รูปภาพ 1 ตัวอย่างผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

#### บทความ เรื่อง คอรัลติซอลกับความเครียด

วารสารรายเดือนของมหาวิทยาลัย Carnegie Mellon University เคยระบุไว้ว่าประชากรโลกจะเครียด ร้อยละเพิ่มขึ้น 10% ในทุกๆ 10 ปี ความเครียดของมนุษย์เราเป็นสิ่งที่ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยในบางครั้ง เมื่อคุณรู้สึกเครียด คุณจะมีอาการเหนื่อยล้า อ่อนเพลีย นอนไม่หลับ และอยากอาหารร่วนด้วย ซึ่งอาการเหล่านี้ ไม่ใช่เรื่องปกติ มันเป็นอาการที่บ่งบอกว่าคุณควรเริ่มสังเกตตัวเองหรือพบแพทย์ได้แล้ว เนื่องจากสาเหตุของอาการ ดังกล่าวมาจากฮอร์โมนความเครียดของร่างกายที่เรียกว่า “คอรัลติซอล”

เมื่อร่างกายเกิดภาวะตึงเครียดขึ้น และตกอยู่ในความเครียดเป็นเวลานาน จะส่งผลให้ฮอร์โมนในร่างกาย ไม่สมดุล ร่างกายจึงมีการปรับสมดุล โดยต่อมใต้สมองส่วนหน้าจะกระตุ้นให้ต่อมหมวกไตส่วนนอกหลั่งฮอร์โมน คอรัลติซอลออกมา หากฮอร์โมนคอรัลติซอลนี้หลั่งผิดปกติจะส่งผลต่อร่างกายแตกต่างกัน

กรณีที่ฮอร์โมนคอรัลติซอลหลั่งมากเกินไปเนื่องจากตกอยู่ในภาวะตึงเครียดเป็นเวลานานมาก ในบางราย อาจก่อให้เกิดอาการทางจิต ทำให้เซลล์ประสาทฝ่อและลดจำนวนลง รวมถึงเกิดอาการซึมเศร้าได้ ขณะเดียวกัน ร่างกายเข้าใจว่าเราต้องการพลังงานมาก เลยส่งผลให้เราหิวง่ายกว่าปกติ ทำให้รู้สึกอยากอาหาร โดยเฉพาะอาหาร ที่มีน้ำตาลและไขมันสูง เพราะคอรัลติซอลกระตุ้นเซลล์ตับให้เปลี่ยนกรดไขมันและกรดอะมิโนในบางตัวเป็นกลูโคส ดังนั้นระดับน้ำตาลในเลือดจึงสูงขึ้น และมีการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้น้ำหนักเพิ่ม หรือมีความดันโลหิต สูงได้ แต่หากฮอร์โมนนี้หลั่งน้อยเกินไป จะทำให้เวียนหัว อ่อนเพลีย น้ำหนักลด ความดันต่ำ รวมทั้งอาการนอน หลับไม่สนิทซึ่งอาจเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

วิธีการแก้ปัญหาทำได้ไม่ยาก โดยวิธีที่แก้ไขได้ตรงจุด คือ แก้ไขปัญหาที่ก่อให้เกิดความเครียด หากเรา เลี่ยงปัญหานั้นได้ความเครียดก็จะลดลง รวมถึงหากิจกรรมที่ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย และการปรับสมดุลชีวิตโดยการ พักผ่อนให้เพียงพอ ออกกำลังกาย และทานอาหารให้ตรงเวลา

เห็นไหมล่ะคะว่าการแก้ปัญหาฮอร์โมนแห่งความเครียดนี้ทำได้ไม่ยากเลย หากเราไม่ต้องการให้ร่างกาย ของเราหลั่งฮอร์โมนคอรัลติซอลมากหรือน้อยเกินไปจนผิดปกติ เราก็ควรปรับสมดุลร่างกายของตัวเองให้ดีเสียก่อน เพียงแค่ดูแลและใส่ใจสุขภาพทั้งกายใจ อย่าได้ปล่อยปละละเลยพฤติกรรมเหล่านี้ เพราะอาจจะทำให้ร่างกายของ คุณมีโรคร้ายตามมาโดยไม่รู้ตัว

รูปภาพ 2 ตัวอย่างผลงานการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ต่อ)

รายการอ้างอิง

ธิดากานต์ รุจิพัฒนกุล. (2561, 19 มีนาคม). *อ้วนได้ไม่ต้องพยายามเพราะฮอร์โมนเครียด*. สืบค้นจาก [http://www.prd.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=112241&filename=happy8](http://www.prd.go.th/ewt_dl_link.php?nid=112241&filename=happy8)

มติชนออนไลน์. (2560, 8 มิถุนายน). *ภัยเงียบคนทำงาน เครียด-นอนไม่หลับ-อยากอาหารหวาน เสี่ยงต่อมหวมกไตแล้ว*. สืบค้นจาก [https://www.matichon.co.th/lifestyle/news\\_577084](https://www.matichon.co.th/lifestyle/news_577084)

ศรียันตร์ พรจิราศิลป์. (2558, 3 เมษายน). *ความเครียด และวิธีแก้ความเครียด*. สืบค้นจาก <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/47>

Thanet Ratanakul. (2561, 15 มีนาคม). *คุณกระโจนหาความเครียดง่ายแค่ไหน งานที่มีความเครียดสูงมีผลอย่างไรต่อตัวคุณ*. สืบค้นจาก <https://thematter.co/science-tech/cortisol-stress-chemical-that-take-you-down/47516>

### ภาคผนวก จ

ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียน  
และก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 12 คู่

ตาราง 18 ข้อมูลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเขียนสื่อสารวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 12 คู่

คู่ที่	บทบาทในงานชิ้นที่ 1	หลังเรียน		ก่อนเรียน	
		เต็ม (36)	ระดับ	เต็ม (36)	ระดับ
1	A	36	ดีมาก	26	ดี
	B	24	ดี	23	พอใช้
2	A	36	ดีมาก	28	ดี
	B	34	ดีมาก	17	ปรับปรุง
3	A	32	ดีมาก	30	ดีมาก
	B	33	ดีมาก	23	พอใช้
4	A	31	ดีมาก	25	ดี
	B	26	ดี	19	พอใช้
5	A	31	ดีมาก	26	ดี
	B	29	ดีมาก	22	พอใช้
6	A	28	ดี	22	พอใช้
	B	22	พอใช้	17	ปรับปรุง
7	A	26	ดี	24	ดี
	B	28	ดี	16	ปรับปรุง
8	A	28	ดี	20	พอใช้
	B	24	ดี	22	พอใช้
9	A	26	ดี	22	พอใช้
	B	22	พอใช้	14	ปรับปรุง
10	A	ขาดสอบหลังเรียน		24	ดี
	B	26	ดี	23	พอใช้
11	A	24	ดี	24	ดี
	B	19	พอใช้	19	พอใช้
12	A	22	พอใช้	22	พอใช้

คู่ที่	บทบาทในงานชิ้นที่ 1	หลังเรียน		ก่อนเรียน	
		เต็ม (36)	ระดับ	เต็ม (36)	ระดับ
	B	ขาดสอบหลังเรียน		20	พอใช้

หมายเหตุ

A หมายถึง ผู้เริ่มต้นร่างงานเขียน

B หมายถึง ผู้ตรวจสอบและแก้ไข

โดยเป็นบทบาทที่นักเรียนแบ่งหน้าที่กันเองตามความสมัครใจในการเขียนงานรายคู่ร่วมกันครั้งแรก

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปณาลี สติคราม
วัน เดือน ปี เกิด	26 เมษายน 2537
สถานที่เกิด	จันทบุรี
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 2) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2559