

การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิง  
วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง  
เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

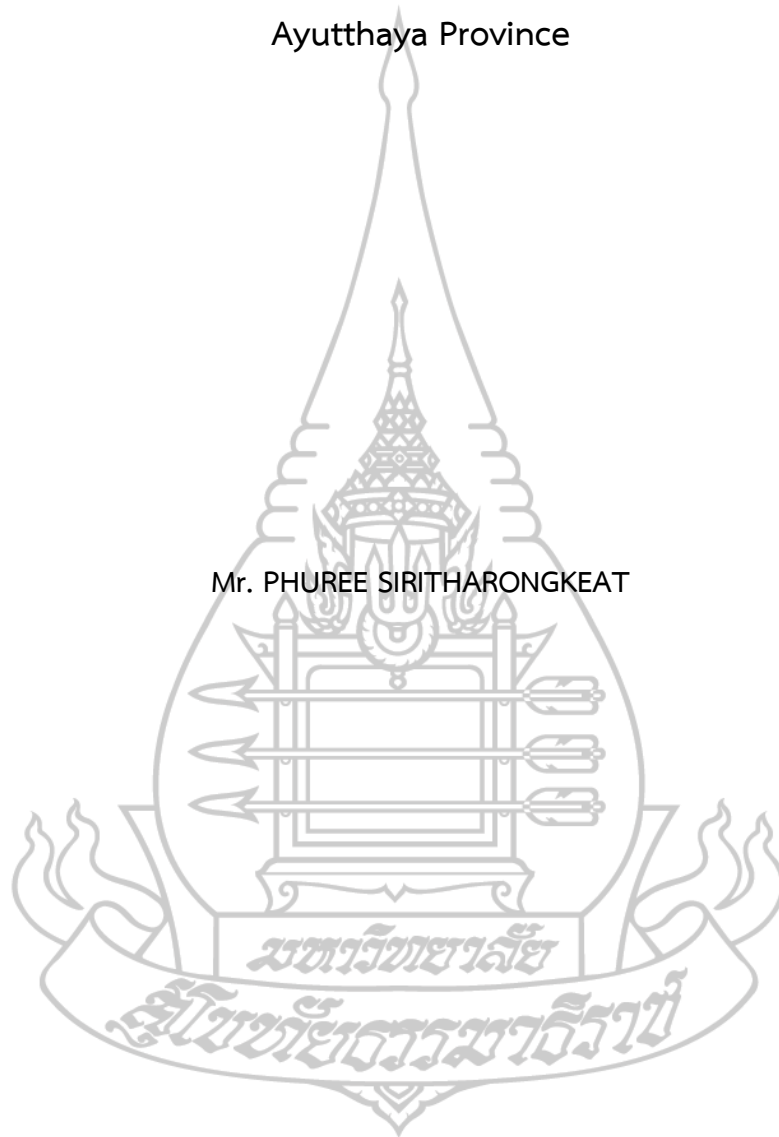
วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Development of Scientific Explanation and Scientific Reasoning by  
Using Argument-Driven Inquiry in the Topic of Human Homeostasis for  
Grade 10 Students at Chomsurang Upatham School in Phra Nakhon Si  
Ayutthaya Province

Mr. PHUREE SIRITHARONGKEAT



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Science Education  
School of Educational Studies  
Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ชื่อและนามสกุล	นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์)  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา  
 (รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้วิจัย นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ รหัสนักศึกษา 2602000941

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา ปีการศึกษา 2566

### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 78 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกกิจกรรมนักเรียน และแบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและครู วิเคราะห์ข้อมูลโดยความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (1) นักเรียนมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น อยู่ในระดับสูง และระดับกลาง ร้อยละ 48.71 และ 39.74 ตามลำดับ (2) นักเรียนมีการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น อยู่ในระดับสูง และระดับกลาง ร้อยละ 50.00 และ 38.46 ตามลำดับ 2) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้ (2.1) การใช้รูปแบบคำถามจากสถานการณ์ เพื่อชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญ นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว การใช้รูปแบบคำถามนี้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น (2.2) ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนจะแสดงเหตุผลของตนเองในระดับรายบุคคลก่อน ซึ่งทำให้การเกิดความหลากหลายของเหตุผล ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการโต้แย้งของทั้งห้องเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและประเมินเหตุผลของกันและกันได้ และ (2.3) การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อทำความเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทที่ชัดเจนขึ้น โดยการทำความเข้าใจเหล่านี้มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ

**คำสำคัญ** การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Thesis title: The Development of Scientific Explanation and Scientific Reasoning by Using Argument-Driven Inquiry in the Topic of Human Homeostasis for Grade 10 Students at Chomsurang Upatham School in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province  
Researcher: Mr. PHUREE SIRITHARONGKEAT; ID: 2602000941;  
Degree: Master of Education (Science Education);  
Thesis advisors: (1) Dr. Jurarat Thammaprateep, Associate Professor;(2) Dr Duongdearn Suwanjinda, Associate Professor ; Academic year: 2023

### Abstract

The objectives of this action research were to 1) develop the creation of scientific explanations and scientific reasoning for grade 10 students by using argument-driven Inquiry in the topic of human homeostasis, and 2) study best practices in implementing an argument-driven inquiry to develop scientific explanations and scientific reasoning.

The participants consisted of 78 grade 10 students from two classes in the first semester of the 2024 academic year, selected through purposive sampling. The research instruments used were an argument-driven inquiry lesson plan in the topic of human homeostasis, a test on scientific explanation and scientific reasoning, student worksheets, and students and teacher's reflective journals. Data were analyzed using frequency, percentage, and content analysis.

The research findings showed that 1) after implementing an argument-driven inquiry, (1) students demonstrated improvement in constructing scientific explanations, with 48.71% achieving a high level and 39.74% a medium level, (2) students also showed improvement in scientific reasoning with 50.00% reaching a high level and 38.46% a medium level respectively. 2) the best practices of argument-driven inquiry derived from this research include : (2.1) using scenario-based questions to guide and encourage students in each group to collaboratively construct key questions leads to the creation of provisional arguments. This questioning technique helped students develop higher quality scientific explanations and arguments, (2.2) students initially presented their reasoning individually, resulting in a variety of arguments. This phase promoted classroom argumentation activities, enabling students to exchange and evaluate each other's reasoning. (2.3) Engaging in joint discussions between the teacher and students deepens understanding of different types of reasoning. This practice positively influenced students' ability to write and present arguments that were contextually appropriate or to construct high-quality scientific explanations.

**Keywords :** Argument-Driven Inquiry, Scientific Explanation, Scientific Reasoning

## กิตติกรรมประกาศ

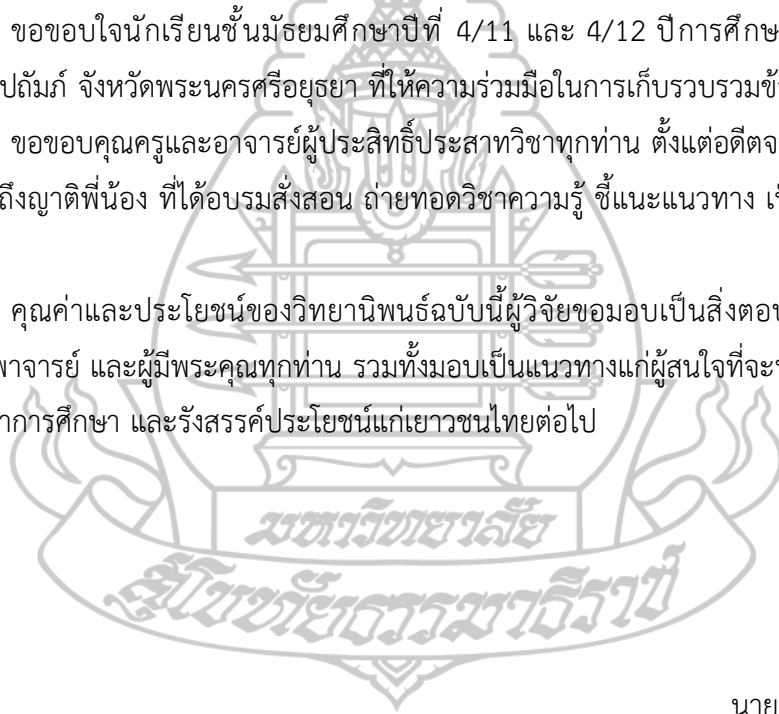
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. จีระวรรณ เกษสิงห์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์, รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ให้คำแนะนำ ติดตาม การทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบคุณในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ดร.โชติกุล ลินลา นางสาวสุชาวดี สมสำราญ และครูณรงค์ชัย พงษ์ธนะ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้พิจารณา และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำ แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้เครื่องมือวิจัยมีคุณภาพสมบูรณ์

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 และ 4/12 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ขอขอบคุณครูและอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาทุกท่าน ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน บิดา มารดา รวมถึงญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดวิชาความรู้ ชี้แนะแนวทาง เป็นกำลังใจให้การ สนับสนุน

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นสิ่งตอบแทนพระคุณแก่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมทั้งมอบเป็นแนวทางแก่ผู้สนใจที่จะนำไปเป็นแนวทาง ในการพัฒนาการศึกษา และรังสรรค์ประโยชน์แก่เยาวชนไทยต่อไป



นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามวิจัย .....	3
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	4
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
ประโยชน์ที่ได้รับ .....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	9
การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง .....	10
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	27
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	44
บริบทของงานวิจัย .....	44
รูปแบบการวิจัย .....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	50
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	70
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	74

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ .....	74
ตอนที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ .....	92
ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	105
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	126
สรุปการวิจัย .....	126
อภิปรายผล .....	129
ข้อเสนอแนะ .....	130
บรรณานุกรม .....	132
ภาคผนวก .....	141
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย .....	142
ข เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย .....	144
ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	163
ง คุณภาพของเครื่องมือวิจัย .....	188
ประวัติผู้วิจัย .....	204



สารบัญตาราง

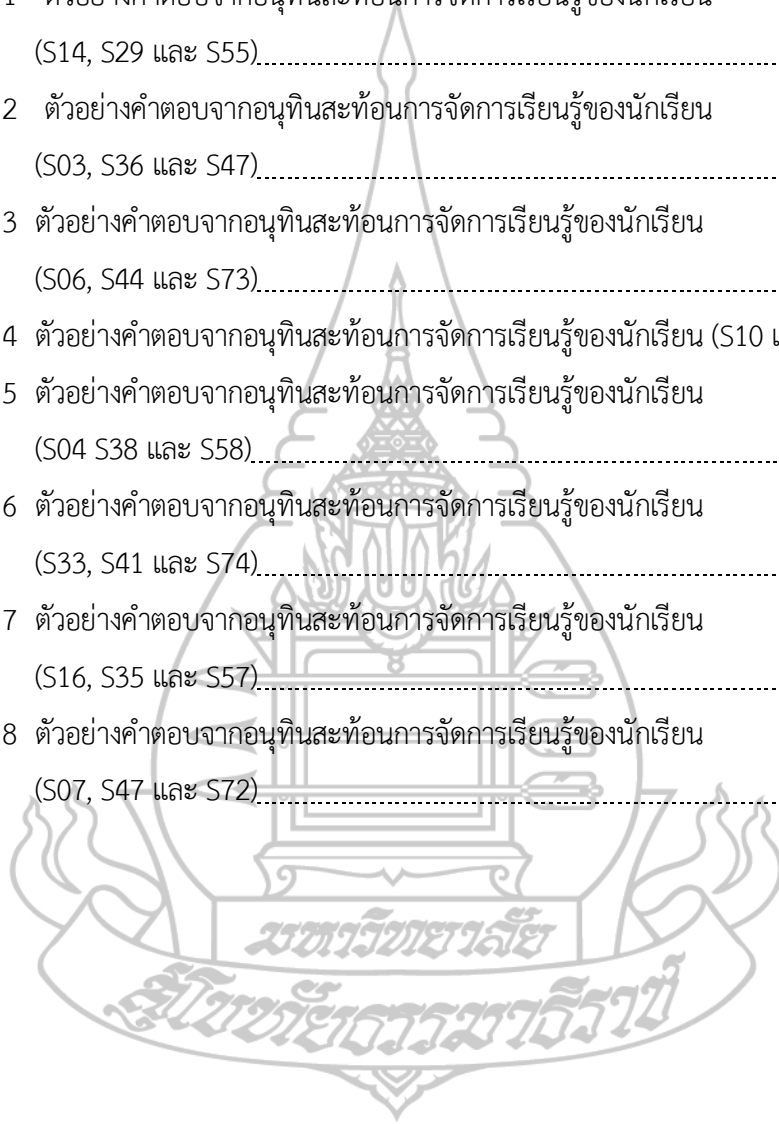
	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กับกลวิธีการโต้แย้ง .....	21
ตารางที่ 2.2 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กับกลวิธีการโต้แย้ง .....	24
ตารางที่ 2.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน แบบสืบเสาะร่วมกับกับกลวิธีการโต้แย้ง .....	26
ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	30
ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของ McNeill Krajcik .....	36
ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของสุทธิดา แหวนหล่อ .....	37
ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของอรณิชา หงษ์เกิด .....	38
ตารางที่ 2.8 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .....	39
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวงจรปฏิบัติ แผนการจัดการเรียนรู้ และองค์ประกอบ ของการประเมิน .....	49
ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ .....	51
ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง แนวคิดสำคัญ ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้ง การสร้างคำ อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	53
ตารางที่ 3.4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน .....	59
ตารางที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ .....	63
ตารางที่ 3.6 แสดงค่าคุณภาพของแบบวัด ประกอบด้วย ค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก .....	65
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ .....	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 3.8	เกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ ..... 66
ตารางที่ 4.1	แสดงการเปรียบเทียบระดับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วม กับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ..... 76
ตารางที่ 4.2	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตาม องค์ประกอบ จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ..... 78
ตารางที่ 4.3	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตอบคำถามในแบบวัดการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นำมาวิเคราะห์ แล้วจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนด ..... 82
ตารางที่ 4.4	แสดงผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ ในแต่ละด้านของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ ..... 91
ตารางที่ 4.5	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ..... 92
ตารางที่ 4.6	แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตอบคำถามในแบบวัดการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นำมาวิเคราะห์ แล้วจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนด ..... 93
ตารางที่ 4.7	แสดงการเปรียบเทียบระดับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วม กับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ..... 95
ตารางที่ 4.8	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกาย มนุษย์ ..... 97
ตารางที่ 4.9	การเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี การโต้แย้ง ..... 96
ตารางที่ 4.10	ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S05, S46 และ S71)..... 109

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S14, S29 และ S55).....	112
ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S03, S36 และ S47).....	114
ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S06, S44 และ S73).....	117
ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S10 และ S65)....	119
ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S04 S38 และ S58).....	121
ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S33, S41 และ S74).....	123
ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S16, S35 และ S57).....	124
ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S07, S47 และ S72).....	125



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	5
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์.....	16
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงแผนผังการนั่งของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์.....	46
ภาพที่ 3.2 แผนภาพการดำเนินการวิจัย.....	48
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์.....	61
ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์.....	67
ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง.....	68
ภาพที่ 4.1 ความถี่และร้อยละการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	76
ภาพที่ 4.2 ความถี่และร้อยละระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	79
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์.....	80
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	81
ภาพที่ 4.5 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 1.....	88
ภาพที่ 4.6 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 3.....	89
ภาพที่ 4.7 แสดงหลักฐานแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล.....	90
ภาพที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบในแต่ละ ด้านของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ.....	91
ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	96

## สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.10 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพ ของร่างกายมนุษย์.....	98
ภาพที่ 4.11 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเภทของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ.....	103
ภาพที่ 4.12 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 1.....	103
ภาพที่ 4.13 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 3.....	104
ภาพที่ 4.14 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “การรับน้ำ และการต็มน้ำในระหว่างการแข่งขันวิ่ง”.....	107
ภาพที่ 4.15 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “การวิ่งเก็บของ” “การวิ่ง 100 เมตร” และ “การกระโดดตบ”.....	109
ภาพที่ 4.16 ภาพกิจกรรมที่นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม.....	111
ภาพที่ 4.17 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “โรงพยาบาลธนบุรี เตรียมตัวให้พร้อมก่อนตรวจสุขภาพ”.....	112
ภาพที่ 4.18 ภาพกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน.....	114
ภาพที่ 4.19 ภาพแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่ม 3 ห้องที่ 2.....	116
ภาพที่ 4.20 ภาพแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่ม 3 ห้องที่ 1.....	120



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความสามารถเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและตีความปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างมีเหตุผลและมีหลักฐานรองรับ (McNeill & Krajcik, 2008) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายด้าน ทั้งในแง่ของการพัฒนาความคิด วิจารณ์ญาณ (National Research Council, 2007) การแก้ปัญหา (Duschl & Grandy, 2013) และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (OECD, 2016) ทักษะเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการตัดสินใจที่มีข้อมูลสนับสนุน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะได้มาซึ่งข้อมูลและหลักฐาน (วิรัชญา ทองพัด, 2565) โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผ่านการสำรวจและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ฝึกการคิดวิเคราะห์ผ่านการอภิปราย ซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยที่ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมาตลอด 8 ปี พบว่าแม้นักเรียนจะมีโอกาสลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้จากกิจกรรมต่าง ๆ แต่ยังคงพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลหรือแสดงหลักฐานที่รองรับความคิดของตนเองได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในหัวข้อเรื่อง "การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์" ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนและมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงความรู้หลายด้านเข้าด้วยกัน เมื่อผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามในใบงานหรือแบบฝึกหัด ให้กับนักเรียน ตัวอย่างเช่น จากสถานการณ์การตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีข้อมูลความเข้มข้นของเลือด ความดันโลหิต การเต้นของชีพจร ของนักเรียนจำนวน 5 คน โดยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าบุคคลใดบ้างที่มีการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายปกติ มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบ และอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 70 ไม่สามารถตอบคำถามในใบงาน หรือ

แบบฝึกหัดได้ และนักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงหลักฐานกับสิ่งที่ตนเองได้เลือกได้ ผู้วิจัยจึงสอบถามนักเรียนที่ไม่ตอบคำถาม โดยใช้คำถามว่า “ข้อสอบของครูเป็นอย่างไร เนื้อหาครูออกยากเกินไปหรือไม่ถึงทำข้อสอบไม่ได้” คำตอบที่ผู้วิจัยได้รับจากนักเรียนคนแรก คือ “เนื้อหา หนูว่าไม่ยากนะคะ แต่หนูไม่รู้จะอธิบายยังไงดี” คำตอบของนักเรียนคนที่ 2 คือ “หนูไม่รู้จะอธิบายยังไง ไม่รู้จะให้เหตุผลยังไงดี” และคำตอบของนักเรียนคนที่ 3 คือ ข้อสอบครูหนูว่าไม่ยาก แต่อาจจะต้องใช้ความคิดเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ หนูไม่รู้จะอธิบายออกมาเป็นคำพูดยังไงดี” ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนทั้ง 3 คนที่ยกตัวอย่างมาวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนไม่สามารถจะอธิบาย และแสดงเหตุผลได้ นอกจากนั้นยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่สามารถตอบคำถามหรือแสดง เหตุผลได้เป็นข้อความสั้นๆ แต่ยังไม่มีความชัดเจนหรือมีความน่าเชื่อถือมากนัก เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกและอารมณ์ของนักเรียน ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล จึงทำให้เหตุผลไม่มีความหนักแน่น สอดคล้องกับผลการประเมินจากโครงการ PISA ที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทร์ขันธ์, 2562) และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ทศพล สุวรรณพุม, 2562) การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Sampson, Grooms, & Walker, 2009) ได้แก่ (1) การระบุภาระงานและข้อคำถาม คือ การระบุสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่จะทำการค้นหาคำตอบ และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบ (2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบ (3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง คือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง หรือการสำรวจตรวจสอบ และนำมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม (4) กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การที่แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูล หลักฐาน ที่มาของหลักฐาน พร้อมแสดงเหตุผล โดยเปิดโอกาสให้ถามคำถาม และแสดงความคิดเห็น พร้อมให้เหตุผลประกอบ (5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ การร่วมกันอภิปรายถึงเหตุผลประกอบสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กำหนดไว้ รวมถึงแนวทางในการพัฒนาวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ (6) การเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ คือ การเขียนรายงานแบบบันทึกการสรุปข้อโต้แย้ง โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) เหตุผล (7) การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การตรวจสอบและประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ (8) การปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากนั้นส่งแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งให้ครูเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย (Sampson, Grooms, & Walker, 2009)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงกัน โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิงกับหลักฐาน และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเป็นผลจากการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์และตีความข้อมูล ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนต้องสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลจากข้อมูลที่สำรวจตรวจสอบมา ในขณะเดียวกัน การอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และกิจกรรมการโต้แย้ง จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และให้ข้อสรุปจากหลักฐานที่มีอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจนมากขึ้น (National Research Council, 2007; Duschl & Grandy, 2013).

แม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หรือการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง แต่ยังไม่มียงานวิจัยใดที่ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน รวมถึงการศึกษา แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งในชั้นเรียน โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้ทางชีววิทยาเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ซึ่งคาดว่าจะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. คำถามวิจัย

2.1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการพัฒนาอย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง

2.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการพัฒนาอย่างไร เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง

2.3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร



### 3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

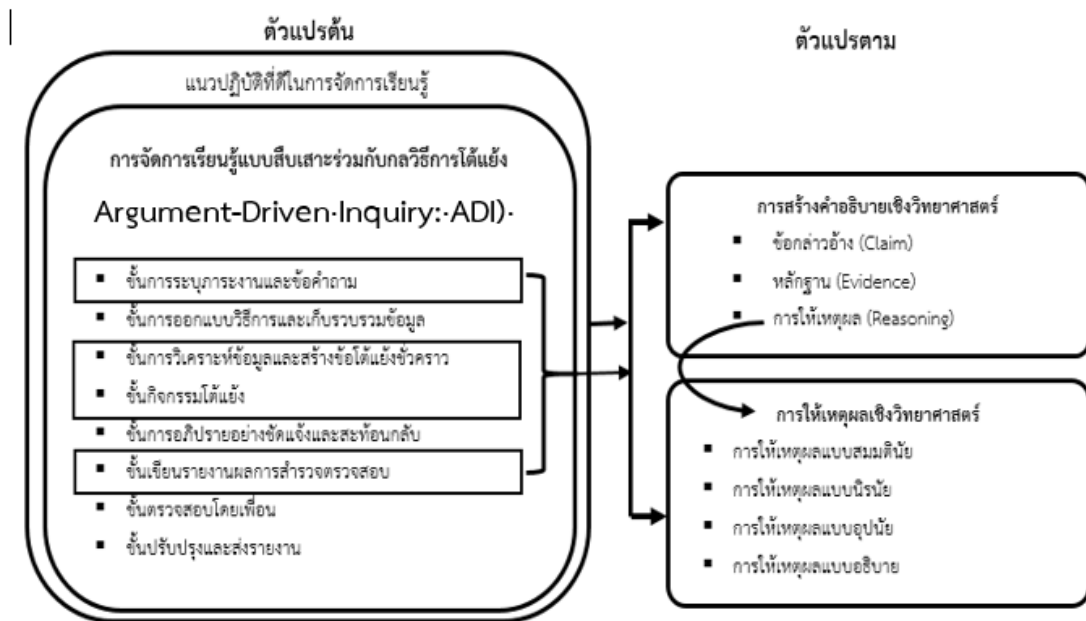
3.2 เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

3.3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

### 4. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อพัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระบุ ข้อความ คำบรรยาย หรือประโยคที่ใช้อธิบาย โดยเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาคำตอบ จากข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐานเชิงประจักษ์พยาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม ส่วนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในมุมมองของผู้วิจัยและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการแสวงหาคำตอบ สืบเสาะตรวจสอบ และนำหลักฐานข้อมูลดังกล่าวไปสู่การลงข้อสรุป ซึ่งในงานวิจัยนี้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson (2009) ออกเป็น 4 ประเภท คือ (1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (3) การให้เหตุผลแบบอุปนัย และ (4) การให้เหตุผลแบบอธิบาย โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควบคู่การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในงานวิจัย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Sampson, Grooms, & Walker, 2009) คือ (1) ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม (2) ขั้นการออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (3) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง (5) ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (6) ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (7) ขั้นตรวจสอบโดยเพื่อน

(8) ขั้นปรับปรุงและส่งรายงาน ซึ่งวิธีการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในขั้นที่ (1), (3), (4) และ (6) จะเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองตามทฤษฎี constructivism โดยนักเรียนจะได้ลงมือกระทำ ตั้งคำถาม ออกแบบวิธีการ วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสำรวจตรวจสอบ ค้นหา หลักฐาน หาเหตุผล ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งครูผู้สอนจะได้แนวการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สามารถพัฒนาได้ทั้งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน สามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 5. ขอบเขตของการวิจัย

### 5.1 กลุ่มศึกษาที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นนักเรียนหญิงทั้งหมด 78 คน จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 39 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 และนักเรียนส่วนใหญ่จากผลการประเมินโดยใช้แบบทดสอบอัตนัยมีพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

## 5.2 ตัวแปรในการวิจัยนี้ ได้แก่

- 5.2.1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 5.2.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 5.2.3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

## 5.3 ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ เนื้อหาในสาระที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

- 1) การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์
- 2) การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด
- 3) การรักษาคุณภาพของอุมหภูมิภายในร่างกาย
- 4) ระบบภูมิคุ้มกัน

## 5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาในการวิจัย จำนวน 6 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567 – มิถุนายน พ.ศ. 2567

## 6. นิยามศัพท์เฉพาะ

**6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง** หมายถึง กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ ออกแบบวิธีการ ระบุหลักฐาน รวบรวมหลักฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ลงข้อสรุปจากหลักฐาน ที่เห็นเชิงประจักษ์ และการนำเสนอข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของข้อมูลหรือหลักฐานกับคำอธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนศึกษา ผ่านกิจกรรมการอภิปรายทำงานเป็นกลุ่ม ในการนำเสนอข้อมูล หลักฐาน แหล่งที่มาของหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ จากแนวความคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนในชั้นเรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยให้การสนับสนุน สนับสนุน ในการกำหนดสถานการณ์หรือระบุดคำถามสำคัญ ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา จัดเตรียมแหล่งข้อมูล ประเมินผลงานการนำเสนอ และสะท้อนผลให้กับนักเรียน โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (Sampson, Grooms, & Walker, 2009)

**6.1.1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม (The Identification of The Task)** คือ ผู้สอนจะระบุสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่จะทำการค้นหาคำตอบ และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน

**6.1.2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data)** คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4 – 5 คน เพื่อออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาคณะเนคำตอบ และทำการสำรวจตรวจสอบ

**6.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง (Analyze Data and Develop a Tentative Argument)** คือ การที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง หรือการสำรวจตรวจสอบ และนำมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม

**6.1.4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)** คือ การที่แต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อมูล หลักฐาน ที่มาของหลักฐาน พร้อมแสดงเหตุผล โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถาม และแสดงความคิดเห็น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

**6.1.5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion)** คือ นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงเหตุผลประกอบสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กำหนดไว้ รวมถึงแนวทางในการพัฒนาวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ

**6.1.6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write an Investigation Report)** คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานแบบบันทึกการสรุปข้อโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (คำตอบของคำถามสำคัญ) 2) หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับแหล่งอ้างอิง) 3) เหตุผล (คำอธิบายว่าหลักฐานนั้นสนับสนุนคำตอบอย่างไร)

**6.1.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double Blind Group Peer Review)** คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกให้นักเรียนอย่างสุ่ม

**6.1.8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report)** คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งให้ครูเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย

**6.2 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanations)** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุ ข้อความ คำบรรยาย หรือประโยคที่ใช้อธิบาย โดยเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาคำตอบจากข้อกล่าวอ้าง หลักฐานเชิงประจักษ์พยาน และการให้เหตุผลบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม

**6.3 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning)** หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักฐานข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการแสวงหาคำตอบ สำรวจตรวจสอบ และนำหลักฐาน

ข้อมูลดังกล่าวไปสู่การลงข้อสรุป การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Lawson (2009) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

**6.3.1 การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning)** การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ได้

**6.3.2 การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning)** เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐาน หรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้

**6.3.3 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning)** เป็นการสร้างการสำรวจตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบ มีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ

**6.3.4 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning)** เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ได้

## 7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในบริบทสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

7.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการปรับปรุงและพัฒนาการกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
  - 1.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
  - 1.2 ความเป็นมาในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
  - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
  - 1.4 เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
  - 1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.3 ประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
  - 2.4 แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3. การสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
  - 3.2 องค์ประกอบของการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
  - 3.3 การวัดและประเมินการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

### 1.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Kuhn (1993, p.323) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการนำเสนอ สนับสนุน ประเมินและปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดขึ้นภายในกลุ่มและภายใต้ระเบียบวิธีที่แสดงให้เห็นถึงคุณค่าทางสังคมวิทยาศาสตร์

Stark et al. (2009, p.52) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้กฎและหลักฐานในการสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้างในการให้เหตุผล

Berland and Reiser (2011, p.152) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยมีการศึกษาข้อมูล ประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

Sampson et al. (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสร้างการสนับสนุน คัดค้านหรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษานิววิจัยที่เกี่ยวข้องหรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐาน

Erduran and Jimenez-Alexandre (2007) ได้นิยามการโต้แย้งไว้ 2 แบบ คือ

1) เป็นการอธิบายความรู้โดยใช้เหตุผล ทฤษฎี และหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งแต่ละคนจะมีการสร้างความหมาย การเขียน การพูดโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และเหตุผลในการประเมินและตัดสินใจที่แตกต่างกันเพื่อแข่งขันกัน

2) เป็นการสร้างความหมายทางสังคม เป็นกิจกรรมที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งพยายามโน้มน้าวผู้อื่นผ่านการเขียน หรือ การพูด

Bricker and Bell (2008) ได้กล่าวว่า การโต้แย้ง คือ การอภิปราย และรวมถึงการค้นหาข้อมูล ทำความเข้าใจ และการให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกับความคิดที่ไม่เห็นด้วย

จากการศึกษาความหมายของการโต้แย้ง สามารถสรุปได้ว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยเหตุผล ทฤษฎี และหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อแสดงความคิดเห็น ซึ่งอาจจะเป็นการเห็นด้วย หรือ ปฏิเสธ เป็นได้ทั้งการพูดโน้มน้าว หรือ การเขียนก็ได้

## 1.2 ความเป็นมาในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ถูกพัฒนาขึ้นโดย คณะผู้วิจัย 5 ท่าน ของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Walker, & Zimmerman จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Groom, & Anderson จาก The Florida State University ซึ่งเป็นความพยายามที่จะนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบ โดยเพื่อนมาบูรณาการ ร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้สรค นนิยม และแนวคิดสรคนนิยมทางสังคม โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อสร้างประสบการณ์ในการปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ ให้มีความเสมือนจริง คณะผู้วิจัยพัฒนารูปแบบดังกล่าว และทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี แล้วนำเสนอผลการทดลองในงานวิจัยชื่อว่า Argument Driven Inquiry รูปแบบการเรียน การสอนสำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยนำเสนอในการประชุม นานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ ประจำปี ค.ศ. 2010 (Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching: NARST, 2010) ณ เมืองฟิลาเดเฟีย มลรัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนมีนาคม ค.ศ. 2010

ทฤษฎีสรรคนิยม หรือ ชื่อภาษาอังกฤษว่า คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยเชื่อว่าการเรียนรู้ หรือการสร้างความรู้ เป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นมาจากภายในของตัวผู้เรียนเอง โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ผ่านการนำ ประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อม หรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจ เดิมที่มีอยู่ (Background Knowledge) และสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง หรือ เรียกว่า โครงสร้างทาง ปัญญา (Cognitive Structure) ซึ่งก็คือ ความรู้ นั้นเอง เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนกลุ่มแนวคิด สรรคนิยม คือ การสนับสนุนการสร้างเสริมมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นการ สร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมในแต่ละบุคคล และเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมาย ตามสภาพจริงของผู้เรียน

สภาการวิจัยแห่งชาติให้ข้อเสนอแนะหลายประการ สำหรับการพัฒนาทักษะและความ เข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติ (Laboratory Activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการ และความเข้าใจใน วิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียนจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียน และอภิปรายงานที่ นักเรียนปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสร้างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนด้วยเหตุผล อย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 42)



การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้สรณนิยม โดยมุมมองของการเรียนรู้นี้ ถูกค้นพบบนพื้นฐานข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถส่งผ่านได้โดยตรงจากบุคคลหนึ่งสู่บุคคลหนึ่งได้ แต่ถูกสร้างจากตัวผู้เรียนรู้เอง (Driver et al., 1994) การสร้างความรู้นี้เกิดขึ้นด้วยตนเอง เรียกว่า personal constructivism หรืออาจเกิดขึ้นจากกระบวนการทางสังคม เรียกว่า Social constructivism โดย Piaget (2003 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2557, น. 90-91) ได้อธิบายการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (personal constructivism) ว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคล มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ หรือดูดซึมและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget (1972 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2557, น. 91) เชื่อว่าคนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ก็ยังมีสิ่งแวดล้อม ทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้าน จะเป็นไปร่วมกัน (ทิศนา แคมมณี, 2557, น.91) ในวิชาวิทยาศาสตร์ความสัมพันธ์ทั้ง 2 อย่างนี้ ถูกนำมาใช้ เป็นเครื่องมือและสัญลักษณ์ในการสร้างสังคมวิทยาศาสตร์ มันเป็นสิ่งสำคัญที่เน้นว่านักเรียนจะเรียนรู้ ในการใช้เครื่องมือ สัญลักษณ์ และภาษาทางวิทยาศาสตร์อย่างไร (Driver et al., 1994) และเครื่องมือ สัญลักษณ์และภาษาทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้างที่จะต้องเรียนรู้ (Walker, & Sampson, 2013, p. 562)

การจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสำรวจตรวจสอบ (National Research Council, 1996) ก่อนที่จะอธิบายธรรมชาติของการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะว่าสามารถเอามาใช้กับวิชาปฏิบัติการนั้น Schwab ได้ให้คำชี้แนะว่า กระบวนการสืบเสาะนั้นมี 3 ระดับ อันได้แก่ ระดับที่ 1 การปฏิบัติการที่คิดเองหรืออยู่ในหนังสือ สามารถถูกใช้ให้เกิดคำถามและอธิบายขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบคำถามนั้น ๆ ดังนั้น จึงฝึกให้นักเรียนได้ค้นพบทั้งที่ไม่พร้อมที่

จะรู้ ระดับที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ถูกใช้ให้เกิดข้อคำถาม แต่วิธีการในการสำรวจตรวจสอบและคำตอบของคำถาม ผู้เรียนต้องค้นหาและ ตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีเหล่านั้นแทน ส่วนระดับที่ 3 ในระดับนี้จะไม่มีหนังสือหรือคู่มือให้แก่ ผู้เรียน แต่ผู้เรียนต้องเกิดข้อคำถาม แล้วค้นหาวิธีหรือคิดค้นวิธีการตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลเอง เพื่อให้สามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นได้ (National Research Council, 1996) มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหลากหลายรูปแบบซึ่งถูกนำมาใช้ในระดับปริญญาตรีมากขึ้น และรูปแบบการสืบเสาะส่วนใหญ่จะใช้ระบบของ Schwab ในระดับที่ 2 (Farrel et al., 1999; Lewis, & Lewis, 2005; Rudd et al., 2007 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 563) สิ่งเหล่านี้นำมาซึ่งเกี่ยวกับรูปแบบในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงกฎ ในการประเมินผู้เรียน ธรรมชาติของเนื้อหาวิชางานและการวัดและประเมินผล รวมถึงสังคมในห้องเรียน ดังนั้นจึงเกิดการรวมเอาการโต้แย้งมา ร่วมกับการสืบเสาะมาใช้ในการสอนปฏิบัติการ โดยใช้ชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Walker, Sampson, & Zimmerman, 2011) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญโดยให้ศูนย์กลาง คือ การโต้แย้งและความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดขึ้นจากกลไกการโต้แย้ง โดยกระบวนการทางสังคม โดยผ่านการตีความของข้อมูล ประจักษ์พยานในระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปฏิบัติการเป็นฐาน (Walker, & Sampson, 2013, p. 563)

### 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ตามแนวทางของ Sampson, Grooms, & Walker (2009) ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน จะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ด้วยการตั้งสมมติฐานและการคาดคะเนคำตอบ การออกแบบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยการสำรวจตรวจสอบเพื่อจะได้มาซึ่งหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ นำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ และร่วมกับลงข้อสรุปจากการตั้งสมมติฐานหรือการคาดคะเนคำตอบไว้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงยิ่งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การระบุภาระงานและคำถาม (Identification of the Task and the Guiding Question) คือ การนำเข้าสู่ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นสร้าง ความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการระบุภาระงานจากนั้น นำเข้าสู่การระบุ ภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับการกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำ

2. การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) คือ การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน เพื่อออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนจัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ จากนั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากข้อมูลดังกล่าวสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 2) หลักฐาน คือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) การให้เหตุผล คือข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้ง ดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มในห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมี การโต้แย้ง ถามคำถาม และแสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยมี ขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจ ตรงกัน 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง 4) นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อ โต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5. การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion) คือ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา และแนวทางในการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบ

6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write an Investigation Report) คือการ ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลโดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ คำถาม ของการสำรวจตรวจสอบ วิธีการ และข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นรายงานที่กล่าวถึงจุดประสงค์ของการตรวจสอบอธิบายการสำรวจตรวจสอบพร้อมให้เหตุผลในการเลือกวิธีการดังกล่าว และเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ

7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double Blind Group Peer Review) คือ การให้นักเรียน ตรวจสอบและประเมินรายงานสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบและมีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ (Feedback) โดยที่ครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่มจำนวน 3-4 ผลงาน ต่อกลุ่ม พร้อมแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมิน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก

8. การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน และส่งรายงานให้ครูประเมิน

Sampson et al. (2011) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the task) เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ โดยครูอาจแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนที่ต้องเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะต้องศึกษาจนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงานให้แก่ นักเรียนพร้อมชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

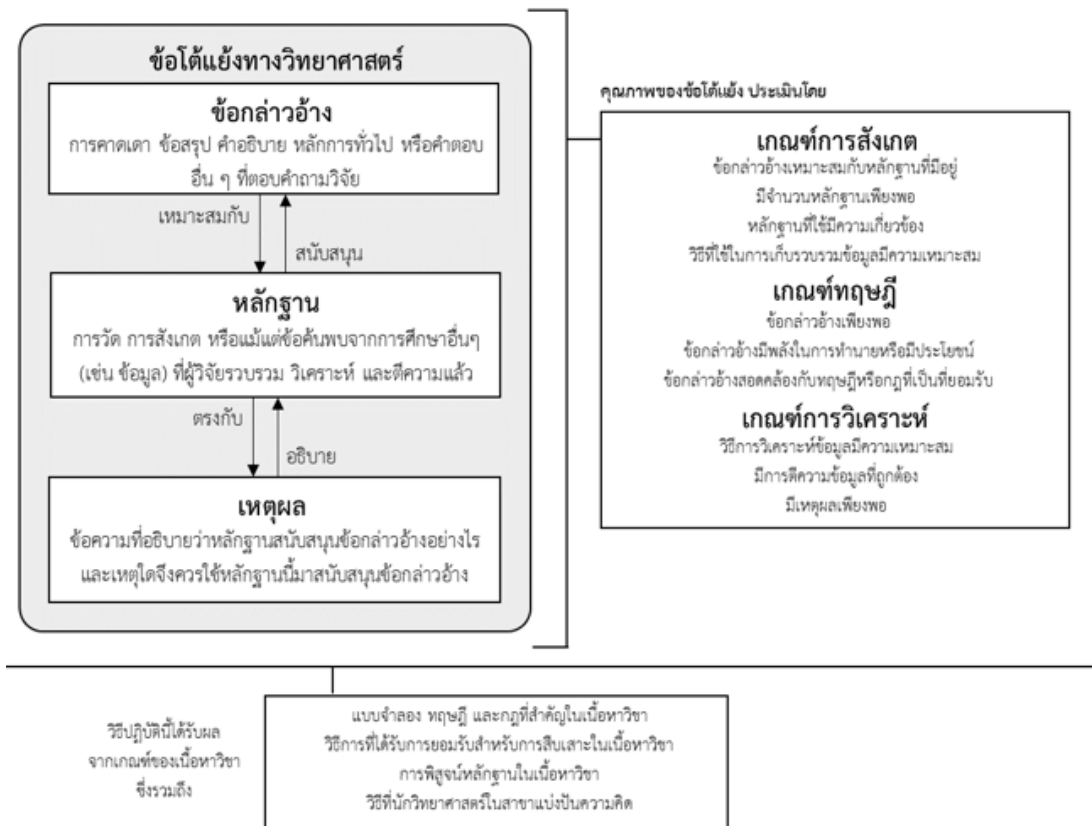
ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The generation of data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบในสิ่งที่นักเรียนจะต้องศึกษา โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย 4-5 คน รวมถึงดำเนินการสำรวจสืบค้น ตรวจสอบ เก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบอาจจะบันทึกแบบไม่เป็นทางการหรือเป็นทางการ เพื่อใช้สำหรับนำไปสร้างเป็นข้อโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียนภายในกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษาแล้วร่างเป็นข้อโต้แย้งลงบนกระดาษ โดยข้อโต้แย้งนี้เป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อสรุปเบื้องต้น (The claim) จากการคาดเดา การอธิบาย หรือการตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา หรือเป็นข้อกล่าวอ้างจากสิ่งที่ได้ศึกษาซึ่งก็คือคำตอบของประเด็นข้อสงสัยหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการหาคำตอบ

2) หลักฐาน (Evidence) มาจากการวัดหรือการสังเกตหรือได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงแนวโน้มความแตกต่างระหว่างวัตถุประสงค์หรือกลุ่ม และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งหมายถึงข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบที่นักเรียนได้ศึกษา

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการอธิบายโดยใช้หลักฐานสนับสนุนคำอธิบายแสดงถึงความสอดคล้องของหลักฐานว่าสนับสนุนอย่างไร เพราะเหตุใด หรือเพื่อเชื่อมโยงว่าเพราะเหตุใดหลักฐานจึงไปสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสามารถแสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งได้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์ เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง
- 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน
- 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง
- 4) นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้ง

ให้เหตุผลประกอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ผู้สอนจะได้ประเมินการคิดของนักเรียนและดูความก้าวหน้าของผลที่ได้จากขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a written investigation report) เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา จากขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้

เรียนรู้ว่านักเรียนจะรู้อะไรบ้าง รู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงคิดเช่นนั้นและเชื่ออย่างนั้น ซึ่งการฝึกการเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการเป็นนักวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer review) เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคล จำนวน 1 คนต่อ 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่ให้พร้อมกับเขียนข้อเสนอแนะกลับในสิ่งที่เจ้าของรายงานเขียนบกพร่องไปสำหรับนำไปปรับปรุงรายงานต่อไป

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนและแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อน เพื่อให้รายงานมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น แล้วจึงส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขครู

Walker et al., (2016) การทำปฏิบัติการทดลองที่อยู่บนพื้นฐานของวิธีการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน เป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบ Guided inquiry ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลและลงมือทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task) ครูผู้สอนทำการสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนรู้และครูผู้สอนมีการเสนอคำถามนำเข้าสู่ภาระงาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับใบกิจกรรมที่ประกอบด้วยภาระการระบุภาระงานที่นักเรียนต้องทำ ข้อมูล หรือคำแนะนำต่าง ๆ เพื่อช่วยนักเรียนในการเริ่มต้นการสืบเสาะ

2. การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data) นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 3-4 คน ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนทำการออกแบบวางแผน และลงมือทำตามที่กลุ่มตนได้วางแผนไว้ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ พร้อมบันทึกและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำที่ครูเสนอในขั้นตอนที่ 1

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน (3) การให้เหตุผล องค์ประกอบหลักฐานของการโต้แย้งหมายถึง การวัดหรือการสังเกตที่รวบรวมโดยนักเรียนเพื่อใช้สนับสนุนความข้อกล่าวอ้าง หลักฐานนี้สามารถมีได้หลายรูปแบบตั้งแต่ข้อมูลตัวเลข (เช่น pH มวล อุณหภูมิ) ไปจนถึงการสังเกต (เช่น สี ขนาด)

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) การโต้แย้งระหว่างกลุ่ม ของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างเหตุผลของข้อกล่าวอ้างพร้อมทั้งหลักฐานที่ได้ เมื่อมีข้อ

กล่าวอ้างที่ต่างกัมนักเรียนมีหน้าที่ในการอภิปรายด้วยเหตุผล และหลักฐานของกลุ่มตนนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะสามารถศึกษาข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากตนและนักเรียนได้ฝึกประเมินว่าข้อกล่าวอ้างนั้นถูกต้องหรือไม่ และสามารถสะท้อนคำตอบของตนเพื่อแก้ไขคำตอบในตอนเริ่มต้น ซึ่งการสื่อสารกับบุคคลอื่นจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบที่เป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สรุปว่ากิจกรรมการดังกล่าวที่นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาหลักของปฏิบัติการและเรียนรู้ที่จะเขียนในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายคำตอบของตนโดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือในการสนับสนุน โดยการเขียนเป็นกระบวนการสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากสามารถสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นคือการตรวจสอบและเข้าใจงานของตน ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญก่อนที่จะเผยแพร่งานนั้น ๆ สู่อารณะ

6. การตรวจสอบการเขียนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer-review) ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมชั้น โดยครูผู้สอนมอบคู่มือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้นักเรียนแต่ละคนในการประเมินรายงาน ของเพื่อนร่วมชั้นหากพบว่ามีข้อผิดพลาดผู้ตรวจจะทำการเขียนแนะนำและส่งคืนรายงานให้แก่ผู้เขียนเพื่อให้รายงานได้รับการแก้ไขต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทบทวน องค์ความรู้โดยการประเมินแนวความคิดหลักฐานของผู้อื่นอย่างมีเหตุมีผลเรียนรู้จุดเด่น และจุดด้อยในการเขียนทางวิทยาศาสตร์

7. การแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน (Revision of the report) ผู้เขียนที่ได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนร่วมชั้นในการแก้ไขรายงานผลการสำรวจ และทำการส่งให้ครูผู้สอนเมื่อทำการปรับแก้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การให้เหตุผล และสามารถเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

Erning, Risa Salsabila, Agus Wijaya and Nanang Winarno (2019) ทำการปรับปรุงความตระหนักรู้ที่ยั่งยืนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task and guiding question ) คือการสร้าง ความสนใจให้นักเรียนโดยการให้นักเรียนดูภาพและวิดีโอเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้นโดยการใช้คำถาม จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงาน

2. การออกแบบและวิเคราะห์ข้อมูล (Designing method and generate data) คือการให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ในการออกแบบ

ขั้นตอนของการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบของ CO<sub>2</sub> ที่มีต่ออุณหภูมิ และลงมือทำตามทีกลุ่มตนเองได้ออกแบบไว้ พร้อมกับบันทึกรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและค้นหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนสิ่งที่ค้นพบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน

4. ชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) คือการโต้แย้งระหว่าง กลุ่มทั้งห้องเรียนโดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้าง เหตุผลของข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้ง หลักฐานที่ได้จากการทดลองแก่กลุ่มอื่น เมื่อพบว่าข้อกล่าวอ้างต่างกัมนักเรียนจะทำการอภิปราย และลงข้อสรุปร่วมกัน

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบและส่งรายงาน (Write up investigation report and submit the report) คือ การให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ และผลที่เกิดจากการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนรู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร และส่งรายงานรายบุคคลให้คุณครู

เอกภูมิ จันทระขันติ (2559) ได้นำเสนอการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้กรอบแนวคิดของ Sampson et al., (2011) มาปรับให้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน คือการนำเข้าสู่ ภาระงานของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาโดยมีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษาก่อนที่จะมีการมอบหมายงานให้นักเรียนปฏิบัติ

2. การสรรสร้างและการวิเคราะห์ ข้อมูล คือ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนที่สองสำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งชั่วคราวจะเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และ ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ถ้านักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันครูต้องให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของตนเองร่วมกับการระบุเหตุผลและหลักฐานจนนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่ายหลังจากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปสุดท้ายจนได้เป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้องตามทฤษฎี



5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานเป็นรายบุคคลและให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจพร้อมกันให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคลจากแนวคิดของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลการโต้แย้งของ

#### 1.4 เป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

นักวิชาการหลายท่านได้กำหนดเป้าหมายความสำเร็จและแบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Sampson et al. (2009) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ได้ทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในงานวิจัยที่ชื่อ ว่า Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs โดยเป้าหมายความสำเร็จของการเรียนการสอนรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง มีดังต่อไปนี้

- 1) ครอบคลุมความสำเร็จของประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายาม พัฒนาความรู้ความเข้าใจและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 2) ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจ เพื่ออธิบายข้อคำถาม หรือข้อสรุปของกระบวนการสืบเสาะ
- 3) เปิดโอกาสให้นักเรียนในการเรียนรู้ทั้งการกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุน การประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย
- 4) สร้างขึ้นเรียนที่มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในด้านคุณค่าของหลักฐานด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ข้อสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

Walker Sampson and Zimmerman (2011) มีเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง

- 1) เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดวิธีการของตนเองในการสังเกตและประเมินผล
- 2) เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติการสืบเสาะด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองในการตอบคำถามที่ต้องการศึกษา
- 3) เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และปกป้องความคิดเห็นจากสมมติฐานและ กรอบวิธีการของตนเอง
- 4) เพื่อให้สามารถเขียนผลการสืบเสาะของตนเองในทางวิทยาศาสตร์
- 5) เพื่อเป็นการสะท้อนการทำงานของผู้เรียน

จากการศึกษาเป้าหมายและวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสรุปได้ว่า เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งคือ ความต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงไปยังการหาข้อสรุป ซึ่งมาจากการโต้แย้งระหว่างนักเรียนเอง และที่สำคัญเป็นการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนเพื่อฝึกฝนให้นักเรียนเป็นคนช่าง

สงสัย ซึ่งเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่ นักวิทยาศาสตร์ควรมี โดยเน้นการฝึกให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้ง โดยมีหลักฐานรองรับ ผ่านการให้เหตุผล การอธิบาย และการสนับสนุนข้อมูล นักเรียนจะได้ฝึกฝนทักษะ การคิดเชิงวิพากษ์และการสื่อสารเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การโต้แย้งช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งข้อสังเกต ตรวจสอบข้อมูล และปรับปรุงแนวคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักการศึกษากล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียน สามารถสรุปได้ ดังนี้

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยจึงสรุปว่าจะใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มี 8 ขั้นตอน (Sampson, Grooms, & Walker, 2009) ได้แก่ (1) ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม (2) ขั้นการออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (3) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง (5) ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (6) ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (7) ขั้นตรวจสอบโดยเพื่อน (8) ขั้นปรับปรุงและส่งรายงาน โดยครูและนักเรียนมีบทบาทตามขั้นตอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยวิธีการโต้แย้ง ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานเป็นขั้นที่มีการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา	1. กระตุ้นความสนใจในประเด็นปัญหา 2. เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา 3. ระบุภาระงานให้กับนักเรียน	1. คิดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูให้ 2. นึกถึงประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่จะศึกษา
ขั้นที่ 2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาคำตอบของคำถามจากภาระงานโดยการสืบค้นหรือทดลอง	1. อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน 2. เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคล 3. ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน	1. คิดวิเคราะห์ วางแผน และออกแบบวิธีการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2. คาดคะเนคำตอบของการสำรวจตรวจสอบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	4. ให้คำแนะนำในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ	3. ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม 4. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ 5. จัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดคำถามสำหรับการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	1. ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. ชี้ให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	1. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวหรือข้อสรุปที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 2. ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษ
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้งเป็นการดำเนินการโต้แย้งระหว่างกลุ่มในห้องเรียน ถ้ากลุ่มผู้ฟังมีความเห็นที่ขัดแย้งหรือไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง หรือหลักฐาน ก็จะแสดงการคัดค้านและให้เหตุผล หรือหากเห็นด้วยก็จะให้เหตุผลสนับสนุน	1. กำหนดประเด็นในการ 2. เป็นผู้นำการอภิปรายจัดการ และควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้งโดยใช้ ข้อมูล และหลักฐานที่ถูกต้องสมเหตุสมผล	1. นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน พร้อมให้เหตุผล 2. แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งที่เพื่อนนำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบข้อโต้แย้ง
ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	1. กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย	1. แสดงความคิดเห็นร่วมกันอภิปรายจากเหตุผล และหลักฐานที่มี
ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นขั้นที่ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการรวบรวมข้อมูลและผลที่เกิดขึ้นจากการโต้แย้งเพื่อสรุปความรู้	1. กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ	1. ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง 2. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานของเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับ ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>กำหนดเกณฑ์สำหรับการ ประเมินคุณภาพของรายงานผล การสำรวจตรวจสอบ</li> <li>อำนวยความสะดวก</li> <li>ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญ ของการตรวจสอบโดยเพื่อน ว่า เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการ พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ประเมิน ตรวจสอบรายงาน ของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด</li> <li>ให้ข้อมูลย้อนกลับในด้าน คุณภาพของรายงานที่ควร ปรับปรุง พร้อมให้เหตุผล ประกอบ</li> </ol>
<p>ขั้นที่ 8 การปรับปรุงรายงาน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้แก้ไข และปรับปรุงรายงานตาม คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้ ทบทวนและปรับปรุง รายงาน ใหม่</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>เป็นผู้ดำเนินการอภิปรายและ สะท้อนผลให้กับนักเรียน</li> <li>ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน</li> <li>แกมโนทัศน์ที่ผิดของ นักเรียน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ปรับปรุง แก้ไขรายงานตาม คำแนะนำจากเพื่อน</li> </ol>

Sampson et al. (2011) เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครู และนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ  
โต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<b>1. การระบุภาระงาน</b> คือ การสร้างความสนใจ การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่อง ที่ศึกษา และระบุภาระงาน ให้กับ นักเรียน	(1) กระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อหรือประเด็นปัญหา (2) เชื่อมโยงประสบการณ์หรือ ความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา (3) ระบุภาระงานให้กับนักเรียน (4) จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำ หัวข้อหรือประเด็นปัญหา	(1) คิดจ้อกับหัวข้อหรือ ประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ (2) ระลึกถึงประสบการณ์หรือ ความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่ นำเสนอในปัจจุบัน
<b>2. การสรรสร้างและ วิเคราะห์ข้อมูล</b> คือ การ ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อเก็บ รวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอ ข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต ทดลองหรือ สำนวจ ตรวจสอบ	(1) อำนวยความสะดวกในการจัด วัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน (2) เดินตรวจตราให้นักเรียนทุกกลุ่ม (3) เป็นแหล่งข้อมูลประเภท บุคคลสำหรับนักเรียน (4) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน คิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล	(1) คิด พิจารณา วางแผน และ ออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ (2) ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ด้วยการ ทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก (3) จัดกระทำ วิเคราะห์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ
<b>3. การสร้างข้อโต้แย้ง ชั่วคราว</b> คือ การสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อ กล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้ เหตุผล	(1) ให้คำแนะนำในการสร้าง ข้อโต้แย้ง (2) ชี้ให้เห็นความสำคัญของ หลักฐานและเหตุผลในการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	(1) สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล (2) ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงใน กระดาษหรือกระดาน
<b>4. กิจกรรมการโต้แย้ง</b> คือ การจัดให้มีการโต้แย้ง ทั้งห้องเรียน ด้วยการให้ นักเรียน โต้แย้งระหว่าง กลุ่ม	(1) กำหนดประเด็นและนิยาม คำสำคัญในการโต้แย้ง (2) เป็นผู้นำการอภิปราย จัดการ และควบคุมเวลาสำหรับการ โต้แย้ง	(1) นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อน ร่วมชั้นเรียน (2) แสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่ นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<b>5. การเขียนรายงานผล</b> <b>การสำรวจตรวจสอบ</b> คือ การให้นักเรียนเขียน รายงาน ผลการสำรวจ ตรวจสอบเป็น รายบุคคล	(1) กระตุ้นให้นักเรียนเขียน รายงานที่แสดงถึงความรู้ ความ เข้าใจ และกระบวนการที่ได้ ปฏิบัติ	(1) เป็นผู้ประเมินความคิดที่ได้ จากกิจกรรมการโต้แย้ง (2) เขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองเพื่อสื่อสาร ความคิดของตนเอง
<b>6. การตรวจสอบโดย</b> <b>เพื่อน</b> คือ การตรวจสอบ และประเมิน รายงานผล การสำรวจตรวจสอบ ของ เพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ	(1) กำหนดเกณฑ์สำหรับการ ประเมินคุณภาพของรายงานผล การสำรวจตรวจสอบ (2) อำนวยความสะดวก ใน กิจกรรม การตรวจสอบโดยเพื่อน เช่น การแจกจ่ายงานให้กับ นักเรียน (3) ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญ ของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่า เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการ พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	(1) ประเมิน ตรวจสอบรายงาน ของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้าน คุณภาพของของรายงานที่ ควร ปรับปรุง
<b>7. การปรับปรุงรายงาน</b> คือ การแก้ไข ปรับปรุง รายงาน ตามคำแนะนำของ เพื่อน	(1) เป็นผู้นำในการอภิปรายและ สะท้อนผลให้กับนักเรียน (2) ใช้คำถาม เพื่อตรวจสอบ ความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน (3) แก้ไขข้อผิดพลาดที่ผิดของ นักเรียน	(1) ปรับปรุง แก้ไขรายงานตาม คำแนะนำหรือการประเมินจาก เพื่อน (2) เขียนรายงานใหม่ตาม คำแนะนำหรือผลการประเมิน

เอกภูมิ จันทรวงศ์ ได้นำกรอบ แนวคิดของ Sampson et al., (2009) มาปรับบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้เป็น 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) (2) การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) (4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) (5) การเขียนรายงานผล

การสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) ซึ่งมีรายละเอียดบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task)	กระตุ้นความสนใจในเรื่องที่จะศึกษาประเด็นปัญหา โดยการใช้คำถาม/การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ/การ ระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนทำ	มีสมาธิและมีความตั้งใจในประเด็นที่ครูนำเสนอ และคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมา
2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)	ครูนั้นทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับ นักเรียน เช่น จัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน หรือมีการให้คำแนะนำนักเรียนบ้าง ในตอนที่เริ่มคิด แก้ปัญหาและคอยเดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่ม	นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ โดยนักเรียนต้องเป็นผู้คิดวางแผน ออกแบบ ดำเนินการตามแผน จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)	บทบาทของครู ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งซึ่งนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลโดย เขียนลงในวัสดุขนาดที่ครูผู้สอนคิดว่าเหมาะสม สำหรับนักเรียนในห้องจะมองเห็น
4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)	ครูเป็นผู้คอยแนะนำและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้	นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน และแสดงทัศนคติต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. การเขียนรายงาน ผลการสำรวจ ตรวจสอบ (Write up Investigation Report)	ครูเก็บรวบรวมรายงานของ นักเรียน พร้อมทั้ง ตรวจสอบโดยการ ใช้เกณฑ์คะแนน และให้ข้อมูล ป้อนกลับเป็นรายบุคคล	นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบ เป็นรายบุคคลซึ่งใน รายงานประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2) วิธีการบันทึกผลการทดลอง 3) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

## 2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมาตรฐานการศึกษาสากลเป็นอย่างมาก และเป็นทักษะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่จะใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (National research Council, 2012: ลฎาภา สุทธกุล, และลือชา ลดาชาติ, 2556) และเป็นทักษะสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการดำเนินการ กระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ พวกเขาใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างจากหลักฐานที่ สํารวจได้ และอธิบายว่ามีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไร (McNeill, & Kraicik, 2008; Lawson, 2009)

### 2.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันการรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักและเป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลายๆ ประเทศ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป้าหมายของการเรียนการสอน โดยทั่วไปนั้นรวมถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Piraksa et al, 2014, p. 487) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัด การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันมีความหลากหลายของ การเผชิญ หน้าทางสังคม โดยปัญหาทางสังคมและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลโดยตรงต่อ ทุกคน จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมให้ทุกคนเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพและสามารถประเมินข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Zimmerman, 2005) ความมีเหตุผลเป็นพฤติกรรมซึ่งแสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็น นักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่เอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหา ความรู้ใหม่ และหาวิธีแก้ไขปัญหา (พิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์, และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548, น. 13) โดยความมีเหตุผลถือเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่การแสดงออกหรือ มีพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ (Hanley, 1997,



pp. 33-35) เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ยอมรับ ในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุน เพียงพอ สามารถอธิบายหรือแสดงความคิด เป็นเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภาพ เล่าไฟบูลย์, 2552, น. 12) Lawson (2004 as cited in Fanetti, 2011, p. 10) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่ง สำคัญในวิทยาศาสตร์และทำให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังช่วยให้นักเรียน ประสบความสำเร็จในการสร้างระบบความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถ ในการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยี ต้องมีทักษะและความสามารถที่จะ ประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนต้องพัฒนาการแก้ไขปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งนักเรียนต้อง สามารถถ่ายโยงความรู้ระหว่างสถานการณ์และบริบทที่หลากหลาย ด้วยการปรับใช้ความสามารถ ของตนเอง ซึ่งกระบวนการของการให้เหตุผลเป็นการเชื่อมโยงความคิดและช่วยให้นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเป็นพื้นฐานของทักษะการให้เหตุผล เมื่อทักษะเหล่านี้ถูกปลูกฝังให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่มีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระบบในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายบริบทได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถทบทวนสิ่งที่สำคัญ และสามารถสะท้อนข้อมูล ลงข้อสรุป แก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ และใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลายเมื่อได้เจอสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่

## 2.2 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาและหน่วยงานการศึกษาได้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่าน สามารถสรุปได้ ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการพิจารณาและให้เหตุผลที่เหมาะสมจากหลาย ๆ ทางเลือก นักวิชาการต่างก็ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในมุมมองต่าง ๆ อาทิ Mayer (2003) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดสอบ สมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคล โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ” Lee, & She (2009, p. 479) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการ ในการสร้างข้อสรุปจากหลักการและหลักฐานนั้นไปสู่ข้อสรุปใหม่” Lawson (2009) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของ มนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปของ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้” Davis (2009, p. 14) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ ในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์” Fanetti (2011, p. 22) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นชุดของกระบวนการ การคิดที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาและบริบททางวิทยาศาสตร์” จันทรพีญ เชื้อพานิช (2542, น. 71) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น วิธีการที่จะได้แนวคิดที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการ

เริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ซึ่งการคิดหา เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้ หรือเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่” อารยา ปาละโชติ (2551, น. 7) กล่าวว่า การเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถ ในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัย ที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ และใช้หลักฐานในการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป"

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ กระบวนการนี้รวมถึงการสร้างข้อสรุปโดยใช้หลักการและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง และการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์จนสามารถลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงการให้เหตุผลยังสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏกับสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การค้นพบแนวคิดใหม่

### 2.3 ประเภทของการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิชาการได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ดังนี้

Lawson (2009, pp. 338-341) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเอาได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้าง สมมติฐานจากกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากการสังเกตปัญหานั้น จะกลายเป็นการอธิบายการสังเกตและองค์ความรู้ที่ได้รับการขัดเกลา

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำ สมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการ ประเมิน คำการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้าง การทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตาม สมมติฐาน

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้าง ข้อสรุปหรือลงข้อสรุป

Hausman et al. (2010) แบ่งการให้เหตุที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผล ที่ข้อสรุปเป็นจริง เพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้างของการอ้าง เหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วย หรือ กล่าวได้ว่า เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริง ตามเงื่อนไขของข้ออ้าง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผล ที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน กล่าวได้ว่า ถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งการให้เหตุที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผล ที่ข้อสรุปอยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้าง เช่น ทุกๆ วันที่ฝนตก วันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ เนื่องจากฝนตก จึงไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้เห็นได้ชัดว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยสามารถทำให้ เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่าข้อสรุปจะเป็นจริง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผล ที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปที่เกินเลยข้อกล่าวอ้าง เช่น วันที่ฝนตก น้ำในคลองจะล้นตลิ่งขึ้นมาทุกครั้ง หากวันนี้ฝนตกน้ำต้องล้นตลิ่งแน่นอน ซึ่งข้อสรุปนี้อาจจะไม่เป็นจริงในวันนี้ก็ได้

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

	โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์, 2553	Lawson, 2009	Hausman et al., 2010
การสร้างสมมติฐานหรือคำกล่าวอ้าง		✓	
การสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำกล่าวอ้าง		✓	
การอธิบายถึงข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้าง	✓	✓	✓
การประเมินข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุป	✓	✓	✓

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ สรุปได้ว่า Lawson (2009) แบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction) ซึ่งสร้างสมมติฐานจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retrodiction) ที่นำสมมติฐานมาทดสอบและประเมินทางเลือกต่าง ๆ การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) ซึ่งเป็นการ

พยากรณ์ผลลัพธ์จากสมมติฐาน และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) ที่สรุปข้อเท็จจริงจาก ตัวอย่างที่สังเกตได้ โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) ยังกล่าวเสริมว่าการให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย ช่วยในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

## 2.4 แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการวัดที่สามารถประเมินทักษะการคิดเชิงเหตุผลอย่างเป็นระบบ โดยแนวทางที่สำคัญประกอบด้วย การวัดในด้านการสร้างสมมติฐาน การพิจารณาหลักฐาน และการ สรุปผลที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Sampson et al. (2013) ได้นำเสนอกรอบการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการวัดคุณภาพของข้อโต้แย้งและการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุป กระบวนการนี้เรียกว่า Argument-Driven Inquiry (ADI) ซึ่งเป็นวิธีการวัดที่มุ่งเน้นการประเมินทักษะการสร้างข้อโต้แย้งของ นักเรียนโดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของหลักฐานและเหตุผลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป

Osborne, Erduran, & Simon (2004) เสนอการวัดที่ใช้กรอบการประเมินแบบ Toulmin Argument Pattern (TAP) ซึ่งเป็นโมเดลที่เน้นการวัดองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง เช่น ข้ออ้าง (claim), หลักฐาน (evidence), และเหตุผล (warrant) โมเดลนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินและ วิเคราะห์ความถูกต้องและคุณภาพของข้อโต้แย้งได้อย่างเป็นระบบ

Driver et al. (2020) แนะนำการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการที่ เรียกว่า Reflective Judgment Model ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในการประเมินหลักฐานและ ข้อโต้แย้งจากมุมมองที่หลากหลาย กระบวนการนี้เน้นความสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและ การให้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพในการทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

Lawson (2000) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) เป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ชั้น (Two tailed test) แต่ละข้อจะมีคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่ม ของ เหตุผลต่างๆ โดยให้เลือกเหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสม ประกอบด้วย ข้อคำถาม 24 ข้อ สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 165-168) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดมีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบและเขียนอธิบายตอบ ซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน อารยา ปาละโชติ (2555, น. 166-169) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบ เลือกตอบหลายตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบโดยจะใช้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้ แล้ว เขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

ลฎาภา สุทธกุล, และลือชา ลดาชาติ (2013, น. 110-119) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถาม

จำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ "Science: Thinking with Evidence" ของ New Zealand Council for Educational Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบ ของการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจง

จากการศึกษาการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า Sampson et al. (2013) เสนอแนวทางการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่าน Argument-Driven Inquiry (ADI) โดยเน้นคุณภาพของข้อโต้แย้งและหลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุป นักเรียนจะถูกประเมินจากการ สร้างข้อโต้แย้งที่สมเหตุสมผล Osborne, Erduran, & Simon (2004) ใช้โมเดล Toulmin Argument Pattern (TAP) ซึ่งวัดองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ข้ออ้าง หลักฐาน และเหตุผล Driver et al. (2020) แนะนำการใช้ Reflective Judgment Model เพื่อประเมินการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อโต้แย้ง ในหลายมุมมอง Lawson (2000) พัฒนาแบบทดสอบ LCTSR เพื่อวัดเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีทั้ง แบบเลือกตอบและให้เหตุผลประกอบ

### 3. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ของผู้เรียน โดยกิจกรรมที่สนับสนุนการสร้างคำอธิบาย จะมีลักษณะสืบเสาะหาความรู้และสร้าง ข้อสรุปด้วยตนเองสามารถตรวจสอบได้ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งด้าน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีนักวิชาการได้ กล่าวถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

#### 3.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม ซึ่งการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างความเข้าใจและสื่อสารแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีงานวิจัยจากหลายท่านที่เสนอแนวคิดนี้ ดังนี้

National Research Council (1996) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นการอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติถูกสร้างขึ้นผ่าน กระบวนการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากกระบวนการสำรวจตรวจสอบของ นักวิทยาศาสตร์

Osborne & Patterson (2011) ได้อธิบายว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสนอแนวคิดหรือหลักการเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ โดยคำอธิบายเหล่านี้ต้องอาศัยการสังเกตและการรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์มาเป็นพื้นฐาน

McNeill & Krajcik (2012) ให้คำจำกัดความของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็น การสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงกับหลักฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน การให้เหตุผล ต้องสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างถูกต้องและมีหลักฐานรองรับเพียงพอ

Forbes and Zangori (2014) ให้ความหมายของการสร้างคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุ และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะต้องมึลักษณะสำคัญต่อไปนี้ 1) ตอบคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ 2) ลักษณะคำอธิบายขึ้นอยู่กับ ข้อมูลและหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบที่ตรวจสอบ 3) ให้ความเข้าใจในเรื่องใหม่ 4) เสริมสร้าง แนวความคิดที่มีอยู่เดิม

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือการใช้เหตุผล และหลักฐานเชิงประจักษ์ในการสรุปความรู้ใหม่ผ่านการสังเกตและการทดลอง โดยคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ต้องมีความสมเหตุสมผลและสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งถือเป็นกระบวนการสำคัญในการ พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์

ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ (2556) อธิบายว่าการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ทางธรรมชาติกับข้อมูลที่รวบรวมมา ซึ่งการอธิบาย จะต้องมึหลักฐานสนับสนุนที่ชัดเจนและตรวจสอบได้

พรทิพย์ อินทร์แสง (2560) เสนอว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักเรียน ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์และสร้างองค์ความรู้ใหม่

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์และการสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังเป็นการหาคำตอบของปัญหา ต่างๆ อย่างและถือเป็นข้อมูลที่ใช้เพื่อการสื่อสาร โดยอาศัยการอ้างอิงหลักฐานที่ได้มาด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

### 3.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Kuhn and Reiser (2005 อ้างถึงใน กฤตกร สภาสันติกุล, 2558, น.13) ได้อธิบาย และการวิเคราะห์องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง หมายถึง คำตอบของคำถามซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สร้างได้ง่ายโดยมี ลักษณะบรรยายว่าเกิดอะไรขึ้น หรือระบุสาเหตุปัญหาสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์

2) หลักฐาน หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล หรือการทดลอง เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างโดยหลักฐานอาจมีหลายลักษณะ เช่น ตัวเลขข้อเท็จจริง ข้อมูลจากการสังเกต บทความ

3) การให้เหตุผล หมายถึง ส่วนที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยทั่วไปมักมีลักษณะเป็นเหตุเป็นผล โดยเชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือทฤษฎีที่มีอยู่เดิมและอธิบายขยายความให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

McNeill and Krajcik (2008) ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบคือ 1) ข้อกล่าวอ้างคือคำตอบของคำถาม 2) หลักฐานคือข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป 3) การให้เหตุผลคือการตัดสินใจที่แสดงว่าทำไมข้อมูลหรือหลักฐานจึงสนับสนุนข้อสรุป

Brunsell (2012) ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) คำกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อความหรือข้อสรุป เพื่อตอบคำถามหรือปัญหาที่สนใจ

2) หลักฐาน คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปข้อมูลที่เป็นหลักฐานได้มาจากการสังเกต การทดลองการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หลักฐานที่นำมาสนับสนุนจะต้องเหมาะสม กล่าวคือมีความสัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่เผชิญอยู่โดยต้องมีการใช้หลักฐานมากกว่าหนึ่งแหล่งในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้น ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของหลักฐานออกเป็นหลักฐานคำบอกเล่า เป็นหลักฐานที่มาจาก การสังเกตหรือประสบการณ์ระดับบุคคลอาจมาจากผู้เรียน เพื่อนร่วมชั้น ครอบครัว ซึ่งมาเป็นสถานการณ์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคยหลักฐานข้อเท็จจริง เป็นหลักฐานที่มาจากข้อมูลข้อเท็จจริง ที่มีการยืนยันหรือมีงานวิจัยรองรับ ที่ได้มาจากการบวนการทดลองและสำรวจด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลักฐานข้อความ เป็นรายละเอียดที่มาจากหนังสือหรือบทความที่ผู้เรียนใช้ในการอ้างอิงเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป

3) เหตุผล คือการแสดงเหตุผลในการเลือกใช้หรือตัดสินว่าหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปมีความสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จะเน้นที่ความสำคัญในเรื่องหลักฐานและให้เหตุผล (Klein, 2014 อ้างถึงใน ทศตริณ วรณเกตศิริ, 2561, น. 77) ได้เสนอโมเดลการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1) คำกล่าวอ้าง (Claim) มีลักษณะเป็นข้อความหรือสรุปความ เพื่อตอบคำถามหรือปัญหาที่สนใจหรือกำหนดขึ้น

2) หลักฐาน (Evidence) คือข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ข้อมูลนี้อาจได้มาจากสังเกต ทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ หนังสือ

อินเทอร์เน็ต หลักฐานที่นำมาสนับสนุนนั้นจะต้องเหมาะสม(สัมพันธ์กับคำถามหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ และเพียงพอ (ควรมีการใช้หลักฐานมากกว่าหนึ่งแหล่ง) สำหรับสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้นได้ ประเภทของหลักฐานอาจจำแนกออกเป็นหลักฐานคำบอกเล่า (Anecdotal Evidence) เป็นหลักฐานที่มาจากการสังเกตหรือประสบการณ์ระดับบุคคล อาจมาจากผู้เรียน เพื่อน และครอบครัว มักเป็นสถานการณ์ที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย หลักฐานข้อเท็จจริง (Factual Evidence) เป็นหลักฐานที่มาจากข้อมูล ข้อเท็จจริงที่มีการยืนยัน หรืองานวิจัย ที่ได้มาจากกระบวนการทดลองและสำรวจทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานข้อความ (Textual Evidence) เป็นรายละเอียดที่มาจากหนังสือหรือบทความที่ผู้เรียนสามารถใช้อ้างอิงเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป

3) เหตุผล (Reasoning) คือการแสดงให้เห็นเหตุถึงเหตุผลในการเลือกใช้หรือตัดสินว่า หลักฐานใดที่ใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุป มักสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากหลักการทางวิทยาศาสตร์มักจะเป็นตัวชี้ว่าข้อมูลใดควรหรือไม่ควรใช้สนับสนุนคำกล่าวอ้างหรือข้อสรุปนั้น

จึงสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลโดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง เป็นการยืนยันหรือลงข้อสรุปของคำถาม ส่วนที่ 2 หลักฐาน คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างซึ่งข้อมูลนี้จะได้มาจากการสำรวจตรวจสอบจากหลายแห่ง เช่น การสังเกตสิ่งรอบตัว การทดลอง การอ่านเอกสารสำคัญ การได้รับข้อมูลเพิ่มเติม เป็นต้น ซึ่งหลักฐานจะต้องเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและส่วนที่3การให้เหตุผลคือการแสดงเหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานสนับสนุนโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและถูกต้อง

### 3.3 การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นต้องมีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อเป็นกรอบในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ประเด็นหลัก คือ ลักษณะของแบบวัด และเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

#### 3.3.1 ลักษณะของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill Krajcik (2006) สร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 1 ข้อ โดยใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Explanation terms) ได้แก่ สารและสมบัติของสาร ปฏิกริยาเคมี และการอนุรักษ์



มวล โดยสองเรื่องแรกให้ตารางเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ ส่วนเรื่องที่สามให้ภาพการทดลองเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์

Sampson and Clark (2009) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 เรื่อง จำนวน 2 ข้อ ใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Explanation terms) ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน สมดุลความร้อน และการนำความร้อน โดยมีภาพการทดลองและตารางเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์

จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า แบบวัดที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องประกอบด้วยสถานการณ์และต้องมีข้อมูล เช่น ตาราง แผนภูมิ หรือภาพการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจะต้องมีการกำหนดคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้กำหนดข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือ และเหตุผลมาประกอบกัน เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์<sup>3</sup>

### 3.3.2 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ดังนี้

McNeill & Krajcik (2008) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ 0-2 คะแนน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุปของคำถาม หรือปัญหา)	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องและสมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าว อ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน (ข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)	หลักฐานมีความ เหมาะสมและ เพียงพอในการสร้าง ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานมีความเหมาะสม แต่ไม่เพียงพอในการสร้าง ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐานไม่มีความ เหมาะสมหรือ หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การให้เหตุผล (การเชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐาน)	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐานอย่าง สมบูรณ์	การให้เหตุผลมีความ เชื่อมโยงระหว่างข้อ- กล่าวอ้างและหลักฐาน แต่อาจใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือให้เหตุผลที่ไม่ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและ หลักฐาน

สุทธิดา แหวนหล่อ (2565) ได้ดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill & Krajcik (2008) ให้เหมาะสมกับบริบท ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของสุทธิดา แหวนหล่อ (2565)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ สถานการณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้อง กับสถานการณ์ ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่างอื่นที่ ขาด ความสมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้าง ไม่สอดคล้องกับสถาน- การณ์ไม่ครบถ้วน หรือไม่เขียนข้อกล่าว อ้าง
หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้อง เพื่อสนับสนุนข้อ กล่าวอ้างอย่าง ครบถ้วน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุ คำตอบอย่างอื่นที่ขาดความ สมบูรณ์	ระบุหลักฐานที่ไม่ สอดคล้องกับข้อกล่าว อ้าง หรือไม่ระบุ หลักฐาน

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่ สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์อย่าง ครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยงหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ หลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบ อย่างอื่นที่ขาดความ สมบูรณ์	ระบุเหตุผลที่ไม่ สอดคล้องระหว่างการ เชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือระบุเหตุผล

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้สร้างเกณฑ์การประเมิน โดยดัดแปลงรูปแบบการประเมินของของ McNeill Krajcik (2006) พร้อมทั้งมีการระบุบ่งชี้คะแนนในระดับต่าง ๆ ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของอรณิชา หงษ์เกิด (2561)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องและสมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือ สร้างข้อกล่าวอ้างไม่ ถูกต้อง
หลักฐาน	ใช้หลักฐานได้อย่าง เหมาะสมและเพียงพอ ต่อการสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง	ใช้หลักฐานที่ในการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ	ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง หรือใช้ หลักฐาน ไม่เหมาะสมต่อ การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล	ใช้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ	มีการให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง อาจมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ	ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของ McNeill Krajcik (2008) ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สามารถสรุปเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดีมาก)	1 (ดี)	0 (ปรับปรุง)
1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและไม่เพียงพอ และอาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือ เป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดีมาก)	1 (ดี)	0 (ปรับปรุง)
3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน	แสดงเหตุผลที่เป็นการ เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ ข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้ หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสมและ เพียงพอ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับ ข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้ หลักฐานซ้ำ และ/หรือมี การใช้หลักฐานเชิง วิทยาศาสตร์บ้างแต่ไม่ เพียงพอ	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดง เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยง หลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ไอลดา สมภาร, เมษยะมาศ คงเสมา และจิระวรรณ เกษสิงห์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง ในรายวิชาชีววิทยาปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้งในรายวิชาชีววิทยา ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู วิดีทัศน์บันทึกการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและใบกิจกรรมของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาและวิธีการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง ที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ (1) จำแนกแยกแยะข้อมูลลงในตาราง ซึ่งช่องทางการค้นหารูปแบบ และ (2) ลำดับประเด็นในการโต้แย้งให้มันสำคัญต่อการตั้งสมมติฐานนิรนัย และพบว่านักเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไปมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มมีความสามารถสมบูรณ์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง

ณัฐวรรณ ศิริธร (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษา ควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทำทนายและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูล ควรตั้งคำถามชี้แนะในลักษณะคำถามปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรกำหนดองค์ประกอบอย่างชัดเจน ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของตรรกะและเหตุผล ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานส่วนบุคคล ควรให้การช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 6 การอภิปรายสะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน ควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบรายงานของเพื่อนและอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม และผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

ริฎญาทิพย์ ศิริมนตรี และสิทธิพล อาจอินทร์ ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งของจังหวัดชัยภูมิจำนวน 22 คน รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัยคือแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์จำนวน 6 แผน เวลา 18 ชั่วโมง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ประกอบด้วยแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณท้ายวงจร และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลปฏิบัติการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์เป็นแบบวินิจัยตัวเลือก 2 ระดับ จำนวน 24 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 33.82 คิดเป็นร้อยละ 70.45 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 72.72 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ 22.36 คิดเป็นร้อยละ 74.54 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 77.27 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้งในประเทศไทยได้แสดงให้เห็นว่า สามารถช่วยเสริมสร้างทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผล และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์หลังการเรียนรู้ ด้วยการฝึกให้แยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ในทำนองเดียวกัน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการโต้แย้ง ช่วยเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้สามารถแสดงออกและอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดและให้เหตุผลเชิงตรรกะ รวมถึงการนำเสนอมุมมองที่มีหลักฐานสนับสนุนได้ดีขึ้น และมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับในสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะด้านการให้เหตุผล การสื่อสาร และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อไป

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Primo et al. (2010) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 72 คน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสมุดบันทึกของนักเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง การใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในบริบทการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 18 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 40 ของนักเรียนทั้งหมดในการสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว

Oliver et al. (2021) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะในประเทศต่าง ๆ และเปรียบเทียบผลต่อความสามารถของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะในวิชาวิทยาศาสตร์และความเชื่อด้านญาณวิทยากับความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ปี 2015 ของออสเตรเลีย (N1 = 14,530) และไต้หวัน (N2 = 7708) โดยใช้การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง เนื่องจากทั้งสองประเทศมีรูปแบบข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการสืบเสาะแบบเปิด (เช่น การได้เวลาที่และการวางแผนการทดลอง) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ขณะที่การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีโครงสร้าง (เช่น นักเรียนอธิบายแนวคิดและครูอธิบายการนำแนวคิดไปใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ) รวมถึงความเชื่อด้านญาณวิทยาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายที่มีนัยสำคัญในเชิงบวกต่อความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนที่มีการชี้แนะในกระบวนการสืบเสาะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการใช้กระบวนการสืบเสาะที่มีความเปิดกว้างมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้นักเรียนรู้สึกสับสนในบางครั้ง

Epriliyani et al. (2024) ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้แบบ Argument-Driven Inquiry (ADI) ในการเรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทาง STEAM ต่อความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลของ ADI ในการเรียนฟิสิกส์โดยใช้แนวทาง STEAM ต่อความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การทดลองแบบ pretest และ posttest กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS ผลการศึกษาพบว่า ADI ช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงระดับที่ 2 หลังจากการเรียนรู้ที่เน้นการใช้ ADI ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ผ่านกิจกรรมเชิงปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการให้เหตุผลและการโต้แย้งที่ดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการทั่วไป โดย ADI ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

#### 1. บริบทของงานวิจัย

##### 1.1 บริบทของสถานที่ทำวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยในโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพระนครศรีอยุธยา โดยเป็นโรงเรียนสตรีประจำจังหวัด เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 85 ห้อง ภายในโรงเรียนประกอบด้วยแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ แปลงเกษตร สนามกีฬากลางแจ้ง สวนสมุนไพร เป็นต้น

##### 1.2 สภาพห้องเรียน

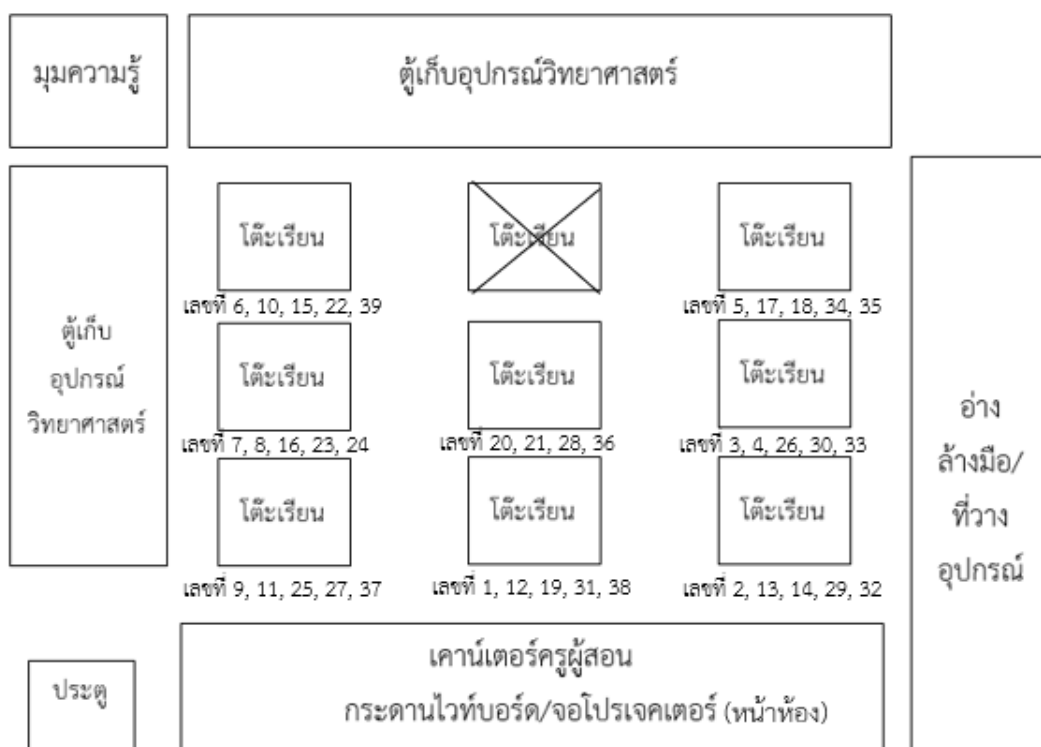
ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ในงานวิจัยนี้ ในห้องเรียนประกอบด้วย กระดานไวท์บอร์ด จอโปรเจกเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณสำหรับฉายภาพ ตู้เก็บอุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ชั้นวางหนังสือ บอร์ดให้ความรู้ ติดเครื่องปรับอากาศ มีแสงสว่างเพียงพอ ภายในห้องเรียนมีโต๊ะ 9 ตัว จัดเรียงเป็น 3 แถว แถวละ 3 ตัว ด้านหน้าของห้องเรียนมีเคาน์เตอร์สำหรับครูผู้สอน ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในห้องเรียนจำนวน 3 คาบต่อสัปดาห์

##### 1.3 กลุ่มที่ศึกษา

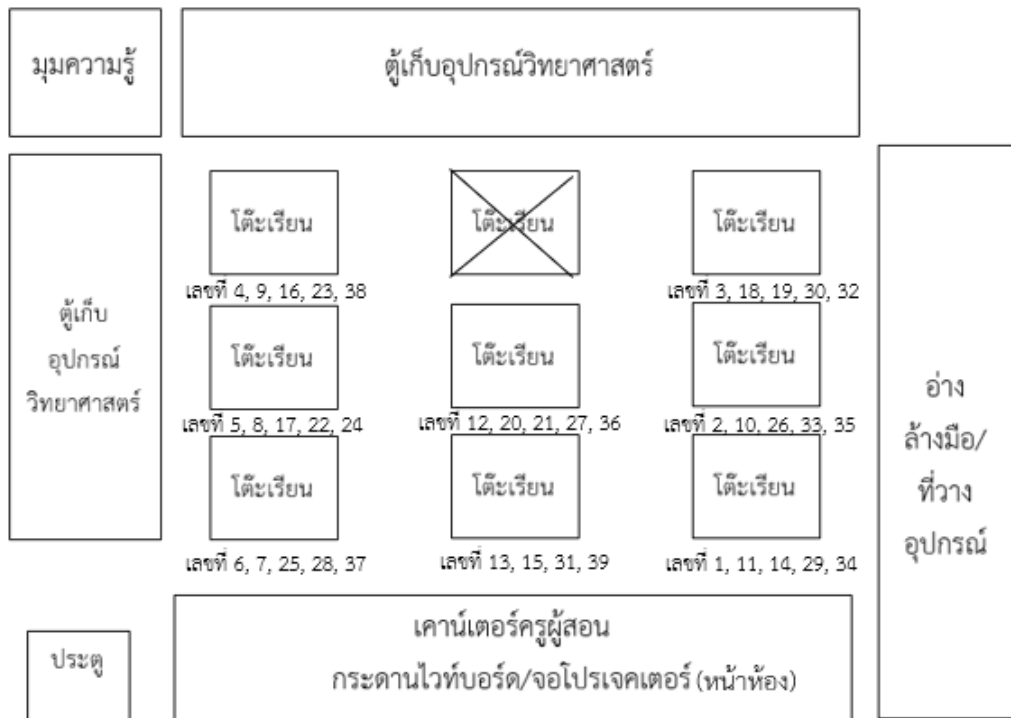
กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นนักเรียนหญิงทั้งหมด 78 คน จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 39 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนใน

รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 และนักเรียนส่วนใหญ่จากผลการประเมิน โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยมีพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยนักเรียนแต่ละห้องมีแผนผังการเรียน ดังภาพที่ 3.1

### ห้องเรียนที่ 1



## ห้องเรียนที่ 2



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงแผนผังการนั่งของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

## 1.4 เนื้อหาที่ใช้วิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ว31102) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง คือ (1) การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ (2) การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด (3) การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย และ (4) ระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้งสิ้น 5 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด

## 1.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 จำนวน 6 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

## 2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยการวิจัย มีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน ของ Kemmis and McTaggart (2008, p. 278)

### 2.1 ชั้นวางแผน (Plan)

2.1.1 ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในชั้นเรียน โดยการสังเกตจากแบบทดสอบอัตนัยในเรื่องหรือเนื้อหาที่นักเรียนเรียนผ่านมาแล้วก่อนหน้า รวมถึงสังเกตพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.2 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นกำหนดเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียนในเรื่องของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.3 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด

### 2.2 ชั้นปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ที่ได้ออกแบบไว้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยระหว่างการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกวีดิทัศน์การสอน บันทึกภาพ เพื่อช่วยในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและเมื่อจบกระบวนการจัดการ

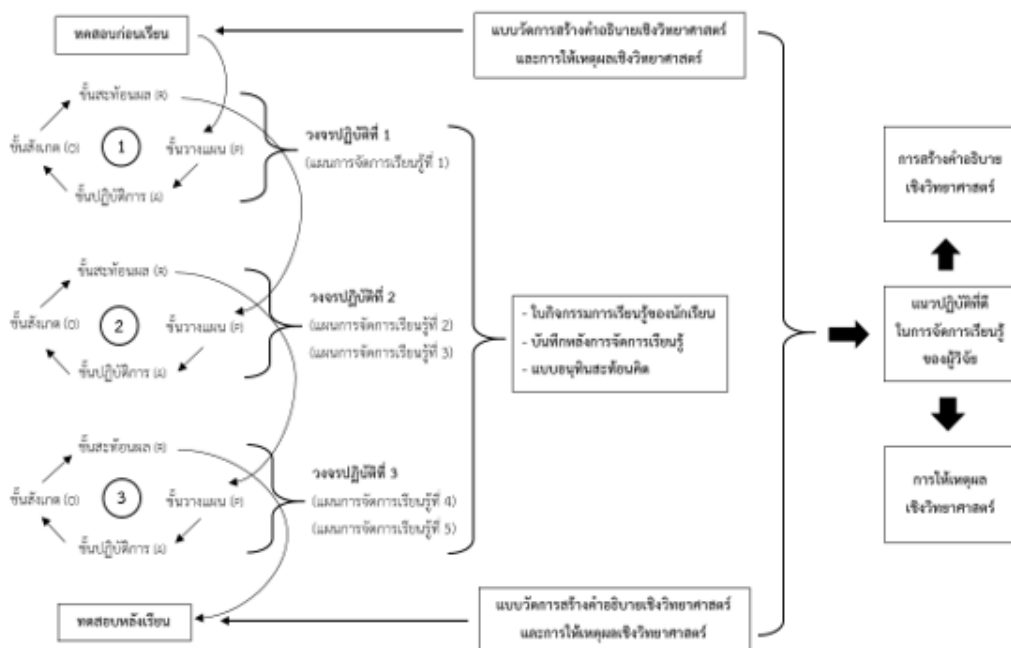
เรียนรู้ใน แต่ละแผนผู้วิจัยมีการเขียนบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผลของการจัดการเรียนรู้ ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในแผนถัดไป

### 2.3 ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนการสอนของตนเองรวมถึงพฤติกรรมนักเรียนทุกคาบเรียนโดยอาศัยการสังเกตในชั้นเรียนขณะทำการสอน รวมไปถึงเก็บใบกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนความคิดในขั้นตอนถัดไป

### 2.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติการสอนของตนเองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอน แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของผู้วิจัยในแผนต่อไป จากนั้นจึงรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์และสะท้อนความคิด เพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น และทำเช่นเดียวกันนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปจนครบทุกแผน ดังแสดงแผนการดำเนินการวิจัยในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะประเมินนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ด้วยแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ จากนั้นแบ่งการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3

วงจร โดยวงจรปฏิบัติที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงจรปฏิบัติที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 และวงจรปฏิบัติที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติจะนำไปกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบอนุทินสะท้อนคิด มาวิเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีเพื่อใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และประเมินนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ด้วยแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ซึ่งเมื่อดำเนินการครบตามกระบวนการจะส่งผลให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีแก่ผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกายมนุษย์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างวงจรปฏิบัติ แผนการจัดการเรียนรู้ และองค์ประกอบของการประเมิน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างวงจรปฏิบัติ แผนการจัดการเรียนรู้ และองค์ประกอบของการประเมิน

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์			การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			
		ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	เหตุผล	สมมติฐาน	นิรนัย	อุปนัย	อธิบาย
1	การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์	✓	✓	✓	✓	✓		
2	การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด	✓	✓	✓			✓	✓
	การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย	✓	✓	✓	✓		✓	
3	ภูมิคุ้มกัน	✓	✓	✓				✓
	ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด	✓	✓	✓		✓		

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

3.2 แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.3 แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.4 แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง

ซึ่งแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบวัดในการเก็บรวบรวมข้อมูลฉบับเดียวกัน

**ส่วนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์**

#### **การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย**

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

1.1 ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1.2 ศึกษา วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ จากหนังสือคู่มือครู และหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา จัดแบ่ง ลำดับเนื้อหา

1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อออกแบบกิจกรรม และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่

3.2

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรถอบปฏิบัติที่	แผน (เรื่อง)	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	การรักษา คุณภาพของ น้ำและสารใน ร่างกายมนุษย์	อธิบายการควบคุม คุณภาพของน้ำและ สารในเลือดโดยการ ทำงานของไต	1. อธิบายการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้ 2. สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้ 3. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้ 4. นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้ 5. เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้	4
2	การรักษา คุณภาพของ กรด-เบส ใน เลือด	อธิบายการควบคุม คุณภาพของกรด-เบส ของเลือดโดยการ ทำงานของไตและปอด	1. อธิบายการรักษาสมดุลกรด-เบส ของเลือด ในร่างกายมนุษย์ได้ 2. สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลกรด-เบส ของเลือดในร่างกายได้ 3. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำส่งผลต่อการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดได้ 4. นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำส่งผลต่อการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดได้ 5. เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลกรด-เบส ของเลือดในร่างกายได้	3
	การรักษา คุณภาพของ อุณหภูมิภายในร่างกาย	อธิบายการควบคุม คุณภาพของอุณหภูมิ ภายในร่างกายโดย ระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนังและกล้ามเนื้อ โครงร่าง	1. อธิบายการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ได้ 2. สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ได้ 3. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ได้ 4. นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ได้ 5. เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ได้	3



ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

วจนร ปฏิบัติที่	แผน (เรื่อง)	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3	ภูมิคุ้มกัน	อธิบายและเขียน แผนผังเกี่ยวกับการ ตอบสนองของร่างกาย แบบไม่จำเพาะและ แบบจำเพาะต่อ สิ่งแปลกปลอม ของร่างกาย	<ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและ แบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกายได้</li> <li>สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับเรื่อง การตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและ แบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกายได้</li> <li>สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเกี่ยวกับความผิดปกติของ ผลการตรวจเลือดในมนุษย์ได้</li> <li>นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติ ของผลการตรวจเลือดในมนุษย์ได้</li> <li>เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับเกี่ยวกับความผิดปกติ ของผลการตรวจเลือดในมนุษย์ได้</li> </ol>	3
ภูมิคุ้มกันที่ เกิดขึ้นหลัง กำเนิด	สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างโรค หรืออาการที่เกิดจาก ความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน	อธิบาย หรืออาการที่เกิดจาก ความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกัน	<ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิดมนุษย์ได้</li> <li>ยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติ ของระบบภูมิคุ้มกันได้</li> <li>สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับโรค COVID-19 ที่เกิดจากความผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกันได้</li> <li>สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในการเลือกฉีดวัคซีนที่ผลิต จากเชื้อโรคที่ตายแล้วหรือวัคซีนที่ผลิตจากเชื้อโรค ที่อ่อนฤทธิ์ลงได้</li> <li>นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับการเลือกฉีด วัคซีนได้</li> <li>เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การเลือกฉีด วัคซีนได้</li> </ol>	3

### หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ผู้วิจัยได้ใช้หลักการในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถพัฒนาการสร้าง  
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

## 1. หลักการกำหนดสถานการณ์

วิเคราะห์แนวคิดสำคัญจากตัวชี้วัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มาบูรณาการร่วมกัน เพื่อที่จะนำไปสู่ประเด็นการโต้แย้งของนักเรียน ซึ่งจะต้องเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน สามารถนำเสนอหลักฐานข้อมูล เหตุผลที่หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้จากเรื่องที่เรียนมาเชื่อมโยงและนำไปใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งได้

## 2. หลักการจัดกลุ่มสมาชิกนักเรียน

ใช้หลักการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถเก่ง กลาง อ่อน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในเรื่องของการลำเลียงสารผ่านเซลล์ที่นักเรียนเรียนผ่านมาก่อนหน้านี้ โดยให้นักเรียนเข้าแถวตามลำดับคะแนนที่ได้ แล้วให้นักเรียนนับเลข 1-8 และนับย้อนกลับ 8-1 จากนั้นให้นักเรียนที่นับหมายเลขเดียวกัน จัดกลุ่มอยู่ด้วยกัน ซึ่งจากหลักการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แนวคิดสำคัญ ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้ง การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง แนวคิดสำคัญ ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้ง การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็นการโต้แย้ง	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
1. การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย (4 ชั่วโมง)	ไตเป็นอวัยวะสำคัญชนิดหนึ่งในระบบขับถ่ายไตมีหน้าที่ปรับสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายโดยไตจะทำหน้าที่กรองของเสีย และสารที่แปลกปลอมออกจากกระแสเลือด แล้วขับออกทิ้งในรูปของน้ำปัสสาวะ ในขณะเดียวกันไตจะควบคุมน้ำและเกลือแร่ต่างๆ ในร่างกายให้คงที่ไปพร้อมกัน นอกจากนี้ไตยังทำหน้าที่ขับของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม	- หลังจากที่เราออกกำลังกายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรดื่มน้ำเปล่าหรือน้ำหวานหลังจากการออกกำลังกาย น้ำหวานที่จะเกิดผลดีที่สุดต่อร่างกาย	- การดื่มน้ำเปล่าดีกว่าการดื่มน้ำหวานหลังจากการออกกำลังกาย	- การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็นการโต้แย้ง	การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
	ของสารอาหาร รวมทั้งขับ สารแปลกปลอมที่รับเข้าสู่ ร่างกาย การทำงานของไตจะถูก ควบคุมโดยสมองส่วนไฮโป ทาลามัส ซึ่งสมองส่วนนี้จะ ควบคุมสมดุลของปริมาณน้ำ และเกลือแร่ในเลือด หาก เลือดขาดน้ำจะทำให้เลือดมี ความเข้มข้นผิดปกติ ความ ดันเลือดจะต่ำ จึงทำให้รู้สึก กระหายน้ำ			
<b>2. การรักษาดุลย ภาพของกรด-เบส ในเลือด (3 ชั่วโมง)</b>	ในร่างกายจะมีการรักษา ดุลยภาพกรด-เบส (ค่า pH) ในเลือด และในของเหลว ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพสมดุล ไม่ให้สูงหรือต่ำจนเกินไป ใน สภาวะเป็นกลางจะมีค่า pH=7 โดยมีสารที่ให้หรือรับ H <sup>+</sup> และ OH <sup>-</sup> ซึ่งส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงค่ากรด-เบส ในร่างกาย โดยหากใน ร่างกายมี H <sup>+</sup> มากขึ้น หรือ OH <sup>-</sup> น้อยลง ของเหลวใน ร่างกายจะเพิ่มความเป็นกรด ในทางตรงกันข้าม หากใน ร่างกายมี H <sup>+</sup> น้อยลง หรือ OH <sup>-</sup> มากขึ้น ของเหลวใน ร่างกายจะเพิ่มความเป็นเบส	- กิจกรรมที่ กำหนดให้รูปแบบ ไต จะส่งผลทำให้ มนุษย์เกิดการ หายใจเร็วและถี่ขึ้น (เรียงลำดับ)	- การออกกำลังกาย หรือกิจกรรมที่ใช้ พลังกำลังและเวลา มาก จะส่งผลให้ค่า pH ในเลือดสูงขึ้น ทำให้มนุษย์เกิดการ หายใจเร็วและถี่ขึ้น	- การให้เหตุผลแบบ อุปนัย - การให้เหตุผลแบบ อธิบาย

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็นการโต้แย้ง	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
	<p>ในขณะที่เราออกกำลังกาย หรือร่างกายทำงานหนัก เลือดจะเป็นกรดมากขึ้น เนื่องจาก มีการผลิต <math>\text{CO}_2</math> ออกมาจากปฏิกิริยาการหายใจระดับเซลล์ เมื่อ <math>\text{CO}_2</math> รวมตัวกับน้ำ จะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิก ซึ่งสามารถแตกตัวให้ <math>\text{H}^+</math> ได้ เมื่อเลือดเป็นกรด สมองส่วนเมทัลลาออบลองกาตา และพอนส์ จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นกล้ามเนื้อกระบังลม และกล้ามเนื้อยึดซี่โครง ให้ทำงานมากขึ้น ทำให้หายใจเร็วและแรงขึ้น เพื่อขับ <math>\text{CO}_2</math> ออกจากร่างกาย</p>			
3. การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย (3 ชั่วโมง)	<p>มนุษย์ใช้สมองส่วนไฮโปทาลามัส เป็นศูนย์กลางในการรักษาสมดุลอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ที่ 37 องศาเซลเซียส เมื่อสภาพแวดล้อมภายนอกมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิร่างกาย ร่างกายมนุษย์จะมีกลไกการรักษาดุลยภาพดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อมเหงื่อหลั่งเหงื่อ/เพิ่มการระเหยของเหงื่อ</li> <li>2. หลอดเลือดที่ผิวหนังขยายตัว</li> </ol>	<p>- ระหว่างคนไทยและคนอังกฤษที่อาศัยอยู่ในประเทศอินเดีย บุคคลใดจะมีความเสี่ยงในการเป็นโรคลมแดดหรือภาวะฮีทสโตรกได้มากกว่ากัน</p>	<p>- มนุษย์จะรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายให้อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส</p>	<p>- การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน</p> <p>- การให้เหตุผลแบบอุปนัย</p>

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็นการโต้แย้ง	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
	<p>3. ลดอัตราเมแทบอลิซึม</p> <p>4. ขนเอนราบ</p> <p>เมื่อสภาพแวดล้อมภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกาย ร่างกายมนุษย์จะมีกลไกการรักษาอุณหภูมิ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อมเหงื่อไม่หลั่งเหงื่อ/ลดการระเหยของเหงื่อ</li> <li>2. หลอดเลือดที่ผิวหนังหดตัว</li> <li>3. เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย</li> <li>4. ขนลุกชัน กล้ามเนื้อโครงร่างหดตัวเร็วขึ้น</li> </ol> <p>ทำให้ร่างกายหนาวสั่น</p>			
4. ระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)	<p><b>ภูมิคุ้มกัน (Immunity)</b> คือ ความสามารถของร่างกายในการต่อต้านและกำจัดจุลินทรีย์ (pathogen) เช่น แบคทีเรีย ฟังไจ ไวรัส หรือ สิ่งแปลกปลอม อื่นๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย (antigen) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ภูมิคุ้มกันที่มีมาแต่กำเนิด (Innate Immunity) หรือภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (Nonspecific defense)</li> <li>2) ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด (Acquired Immunity) ซึ่งเป็นภูมิคุ้มกันด่านที่สามของร่างกาย และ</li> </ol>	<p>- ผลเลือดของบุคคลใด มีความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันมากที่สุด (เรียงลำดับ)</p>	<p>- ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์จะอาศัยการทำงานของภูมิคุ้มกันที่มีมาแต่กำเนิดก่อน และตามด้วยภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด หากเชื้อโรคสามารถทำลายภูมิคุ้มกันของร่างกายทั้งสองประเภทนี้ได้ จะทำให้เกิดโรคกับร่างกาย โดยสามารถสังเกตได้จากผลการตรวจเลือด</p>	<p>- การให้เหตุผลแบบอธิบาย อธิบายภูมิคุ้มกันที่มีมาแต่กำเนิดก่อน และตามด้วยภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด หากเชื้อโรคสามารถทำลายภูมิคุ้มกันของร่างกายทั้งสองประเภทนี้ได้ จะทำให้เกิดโรคกับร่างกาย โดยสามารถสังเกตได้จากผลการตรวจเลือด</p>

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็นการโต้แย้ง	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
	จัดเป็นภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (Specific defense) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดเมื่อร่างกายได้รับแอนติเจนจึงกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีหรือภูมิคุ้มกันขึ้นมา โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของเม็ดเลือดขาวกลุ่ม Lymphocyte ทั้ง B-cell และ T-cell			
5. ระบบภูมิคุ้มกัน (3 ชั่วโมง)	ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด (Acquired Immunity) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ภูมิคุ้มกันตัวเอง เกิดจากการที่ร่างกายสร้าง Antibody หลังจากที่ได้รับ Antigen - วัคซีน (Vaccine) คือ เชื้อโรคที่ไม่สามารถทำให้เกิดโรคได้ อีก แต่สามารถกระตุ้นร่างกายสร้างแอนติบอดีขึ้นมาต่อต้านได้ - วัคซีนที่ผลิตจากตัวเชื้อโรคที่อ่อนกำลังเช่น วัคซีนป้องกันวัณโรค โปลิโอ หัด เยอร์มัน หัด คางทูม - วัคซีนที่ผลิตจากตัวเชื้อโรคที่ตายแล้ว เช่น วัคซีนป้องกันโรคไอกรน ไทฟอยด์ และอหิวาตกโรค	- หากนักเรียนจะต้องฉีดวัคซีนป้องกันโรค COVID-19 นักเรียนจะเลือกวัคซีนที่ผลิตจากเชื้อโรคที่ตายแล้ว หรือวัคซีนที่ผลิตจากเชื้อโรคที่อ่อนฤทธิ์ลง	- วัคซีนที่ผลิตจากเชื้อโรคที่อ่อนฤทธิ์ลง จะสามารถกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันได้ดี	- การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	แนวคิดที่สำคัญ	ประเด็น การโต้แย้ง	การสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	การให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
	2) ภูมิคุ้มกันรับมา เกิดจาก การที่ร่างกาย ได้รับ Antibody โดยตรง เป็น ภูมิคุ้มกันที่ไม่ได้สร้างขึ้น เอง อาจเกิดการต่อต้านได้ และ อยู่ได้ไม่นาน แต่ไม่ต้องใช้เวลา ในการกระตุ้น สามารถใช้ได้ อย่างรวดเร็วทันที			

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 แผน สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน จำนวน 6 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 สาระการเรียนรู้

1.5.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

1.5.6 สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

1.5.7 การวัดและประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามภาคผนวก ค)

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญตามภาคผนวก ก) ตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และการวัดประเมินผล รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ โดยในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ใช้แบบมาตราส่วน

ประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบ Likert ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121)

ระดับการประเมิน 5	หมายถึง มีความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และการนำไปใช้ อยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับการประเมิน 4	หมายถึง มีความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และการนำไปใช้ อยู่ในระดับมาก
ระดับการประเมิน 3	หมายถึง มีความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และการนำไปใช้ อยู่ในระดับปานกลาง
ระดับการประเมิน 2	หมายถึง มีความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และการนำไปใช้ อยู่ในระดับน้อย
ระดับการประเมิน 1	หมายถึง มีความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และการนำไปใช้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49	หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.70	มากที่สุด
2	4.67	มากที่สุด
3	4.64	มากที่สุด
4	4.56	มากที่สุด
5	4.61	มากที่สุด



1.9 ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ถูกต้องเหมาะสม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำผลที่ได้จากการสะท้อนคิดจากแผนก่อนหน้า มาพัฒนาและปรับปรุงแผนการเรียนรู้ถัดไป โดยในระหว่างการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดรอบคอบ โดยผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ค



ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษา  
 ดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ สรุปลงได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง  
 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์

## ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่เก็บจากผู้เรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

1. แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3. แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง
4. แบบบันทึกกอนุทินของนักเรียน

ซึ่งแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบวัดในการเก็บรวบรวมข้อมูลฉบับเดียวกัน ผู้วิจัยจะขอใช้คำว่า “แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์”

### 1. แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้สำหรับประเมินและจัดกลุ่มระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน-หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยตามกรอบแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008) จำนวน 8 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเภท ตามแนวคิดของ Lawson (2009) คือ การให้เหตุผลเชิงสมมติฐาน การให้เหตุผลเชิงนิรนัย การให้เหตุผลเชิงอุปนัย และการให้เหตุผลแบบอธิบาย โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้

1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร หลักสูตร หนังสือเรียน คู่มือและตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ และแนวทางการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมากำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัด จนได้กรอบของแนวการสร้าง

3. กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 3.1 ศึกษาความหมาย และแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาหลักการ เนื้อหาสาระ และลักษณะของแบบวัตการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ส่วนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ตามโครงสร้างของแบบวัตที่ได้จัดทำขึ้น ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงการวิเคราะห์แบบวัตการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่อง	ชื่อสถานการณ์	การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์			การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				รวม (ข้อ)
		ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	สมมติฐาน	อธิบาย	นิรนัย	อุปนัย	
การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย	ข้อที่ 1 ปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน	✓	✓	✓	1	-	-	-	2
การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด	ข้อที่ 2 ร่างกายขาดน้ำ	✓	✓	✓	-	-	1	-	2
การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด	ข้อที่ 3 ความเป็นกรด-เบสของเลือด	✓	✓	✓	-	-	-	1	2
การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิจากผลเลือด	ข้อที่ 4 นักกีฬากับความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub>	✓	✓	✓	-	1	-	-	2
การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิจากผลเลือด	ข้อที่ 5 อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์	✓	✓	✓	1	-	-	-	2
ระบบภูมิคุ้มกัน	ข้อที่ 6 นักท่องเที่ยว	✓	✓	✓	-	-	-	1	2
ระบบภูมิคุ้มกัน	ข้อที่ 7 วินิจฉัยโรค	✓	✓	✓	-	1	-	-	2
ระบบภูมิคุ้มกัน	ข้อที่ 8 โรค COVID-19	✓	✓	✓	-	-	1	-	2
รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด					2	2	2	2	8

4) ดำเนินการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ส่วนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ตามโครงสร้างของแบบวัดที่ได้จัดทำขึ้น

5) นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา ความครอบคลุมรูปแบบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

6) นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ตั้งรายนามในภาคผนวก ก) ได้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดความถูกต้องทางเนื้อหา และภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นเป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ใช่ว่าเป็นตัวแทนในการทดสอบเนื้อหาของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

แล้วนำมาคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร

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

N

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับการสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์  
ที่จะทดสอบ

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.0 ถือว่าเป็นข้อสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 ข้อ

7) นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ จำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนแล้ววิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.86 และมีค่าความยากง่าย (p) 0.45 - 0.65 และอำนาจจำแนก (r) 0.50 - 0.88 (แสดงในภาคผนวก ค) ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าคุณภาพของแบบวัด ประกอบด้วย ค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

คุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ผลการวิเคราะห์คุณภาพ
ค่าความเที่ยงของแบบวัด (ทั้งฉบับ)	0.86
ค่าความยากง่าย (p)	0.45 - 0.65
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.50 - 0.88

8) นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมได้จากนักเรียนมาตรวจสอบความถูกต้อง โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง ไม่มีการแสดงเหตุผล แสดงเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์, 1 หมายถึง มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แต่ไม่ตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ และ 2 หมายถึง มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 16 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.7 และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง คำตอบผิด, 1 หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน และ 2 หมายถึง คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์ ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 48 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดีมาก)	1 (ดี)	0 (ปรับปรุง)
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ	มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ไม่ตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ	ไม่มีการแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2 (ดีมาก)	1 (ดี)	0 (ปรับปรุง)
1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่มีจำนวนเพียงพอที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และอาจมีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสม	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอ	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือ เป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อความที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างรวมถึงใช้ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน	แสดงเหตุผลที่เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ และ/หรือมีการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์บ้างแต่ไม่เพียงพอ	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง

9) นำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่

1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ (แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ แสดงในภาคผนวก ข)

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุไปได้ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



## 2. แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง (ระหว่างเรียน)

เป็นแบบบันทึกสำหรับให้นักเรียนแต่ละคนเขียนหลังจากการเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการที่นักเรียนเขียนบันทึกมาใช้ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่ต้องการให้นักเรียนจดบันทึก ได้แก่ 1. คำถามสำคัญ 2. คำตอบ (คำตอบของคำถามสำคัญ) 3. หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับแหล่งอ้างอิง) 4. เหตุผล (คำอธิบายว่าหลักฐานนั้นสนับสนุนคำตอบอย่างไร) ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไป
2. สร้างแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนตามขอบข่ายที่กำหนด
3. นำแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา ความครอบคลุมรูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
4. นำไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อดูระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง สรุปได้ ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง

### 3. แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน สำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวิธีการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

#### 3.1 กำหนดขอบเขตสิ่งที่ต้องการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

##### 3.1.1 บทบาทครู/ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ข

3.1.2 ปัญหา/อุปสรรค/สิ่งที่ดี ต่อการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

##### 3.1.3 สิ่งที่ได้เรียนรู้และแนวทางการแก้ปัญหา

3.2 สร้างแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โดยลักษณะการบันทึกเป็นการเขียนบรรยาย

3.3 นำแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

3.4 นำแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 นำแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนไปใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ก่อนเริ่มดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้อธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ และการทำกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจ

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 78 คน ด้วยแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน) จำนวน 8 ข้อ เวลา 60 นาที ที่ครูสร้างขึ้นจากเนื้อหา โดยผู้วิจัยจัดสอบและคุมสอบด้วยตนเองและบันทึกผลคะแนนไว้เป็นคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้

4.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย 3 วงจร โดยวงจรที่ 1 ได้แก่ เรื่อง การรักษาสสมดุลของน้ำและแร่ธาตุ วงจรที่ 2 ได้แก่ เรื่อง การรักษาสสมดุลคุณภาพกรด-เบส และการรักษาสสมดุลภาพอุณหภูมิของมนุษย์ วงจรที่ 3 ได้แก่เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ทำการสอนในช่วงเรียนปกติ 16 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567 – มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกผลคะแนนไว้เป็นคะแนนระหว่างเรียน รวมทั้งผู้วิจัยได้บันทึกสิ่งที่ปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทันทีทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน และบันทึกวิถีทัศนการสอนเป็นระยะเวลาสั้นๆ ร่วมด้วย เพื่อสะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน

4.4 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ) ดำเนินการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 78 คน ด้วยแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) จำนวน 8 ข้อ เวลา 60 นาที โดยผู้วิจัยจัดสอบและคุมสอบด้วยตนเอง และบันทึกผลสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน

4.5 นำผลจากการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ไปวิเคราะห์ผลเชิงเนื้อหาจากตารางพิจารณาคำตอบเพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจและให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อสรุปผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 5.1 การวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

#### 5.1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา

พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence; IOC) (กัญจนา ลินทร์ตนศิริกุล, 2561) จากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อความตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อความขัดแย้งกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยค่า IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.50 แสดงว่าข้อความวัดตรงกับเนื้อหาที่กำหนด

5.1.2 พิจารณาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามวิธี ของ D.L. Sabers (โกวิท ประวาลพุกษ, 2527) จากสูตร ดังนี้

$$r = \frac{(S_H - S_L)}{(N_H)(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ  $r$  คือ ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือวิจัย

$S_H$  คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

$S_L$  คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

$N_H$  คือ จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มสูง

$X_{max}$  คือ คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนสูงสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

$X_{min}$  คือ คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

5.1.3 พิจารณาค่าความเที่ยง ของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ ) ของครอนบาค

(Cronbach's alpha coefficient) มีสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ  $\alpha$  คือ สัมประสิทธิ์ความเที่ยง

$n$  คือ จำนวนข้อ

$s_i^2$  คือ คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

$\sum s_i^2$  คือ คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

## 5.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 5.2.1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และ 2

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินตามที่ระบุไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์ความถี่ และร้อยละของคะแนนนักเรียน โดยใช้สูตรดังนี้

1. หาค่าความถี่และร้อยละ โดยใช้สูตร (กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล, 2553)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P คือ ค่าร้อยละ  
f คือ ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ  
n คือ ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

2. หาค่าเฉลี่ย โดยใช้สูตร (กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล, 2553)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ย  
X คือ ผลรวมของทั้งหมด  
N คือ จำนวนทั้งหมด

### 5.2.2 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการเขียนแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียน และอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน มาวิเคราะห์แบบอุปนัย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ผู้วิจัยอ่านบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้งว่า สิ่งที่เกิดขึ้นจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไร พบปัญหาและ

อุปสรรคอะไรบ้าง มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร ได้เรียนรู้อะไรจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บ้าง และจะนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปพัฒนาการจัดกิจกรรมเรียนรู้ครั้งต่อไปอย่างไร

2) อ่านนวัตินสะท้อนความคิดและแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียน จากนั้นทำการหารูปแบบคำตอบของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3) จัดระเบียบข้อมูล เพื่อสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากวงจรปฏิบัติที่ 1 จากนั้นนำองค์ความรู้ที่ค้นพบจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และวงจรปฏิบัติที่ 3 ก่อนที่จะลงข้อสรุปองค์ความรู้ที่ค้นพบของแนวปฏิบัติที่ดีจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจากวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ โดยนำข้อมูลจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ที่นักเรียนทั้งหมดมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปอยู่ในระดับสูง มาสนับสนุนแนวปฏิบัติที่ดีที่ค้นพบด้วย

4) ตรวจสอบความถูกต้อง (Validity) ของการวิเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ค้นพบทั้งหมดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการตีความ และได้รับข้อเสนอแนะให้เขียนแนวปฏิบัติที่ดีให้มีความชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขการเขียนผลการวิเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ และเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่จะช่วยพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่พัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

**ตอนที่ 1 การสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
โรงเรียนจอมสุรางค์-อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ  
กลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์**

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลการพัฒนาทั้งแบบสรุปและแบบความก้าวหน้าของการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ เป็นรูปแบบอัตนัย แบ่งตามองค์ประกอบย่อยได้ ดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2) หลักฐาน (Evidence)

และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็นระดับ ได้แก่ 2 (สูง), 1 (ปานกลาง) และ 0 (ต่ำ) โดยระดับสูง คือ นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้าง และอธิบายหลักฐานได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ และบอกเหตุผลที่อาจจะทำให้เกิดปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ระดับกลาง คือ นักเรียนสามารถเขียนข้อกล่าวอ้าง และอธิบายหลักฐานได้ถูกต้อง สอดคล้องกับ สถานการณ์ และบอกเหตุผลที่อาจจะทำให้เกิดปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างใกล้เคียงความ สมเหตุสมผล ระดับต่ำ คือ นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างและอธิบายหลักฐาน ได้ไม่ถูกต้อง และไม่บอก เหตุผลที่อาจจะทำให้เกิดปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 2 ห้องเรียน จำนวน 78 คน แล้วนำผลที่วิเคราะห์ที่ได้ไป คำนวณหาความถี่ และร้อยละ มีรายละเอียด ดังนี้

### 1.1 ผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกายมนุษย์ มี รายละเอียด ดังนี้

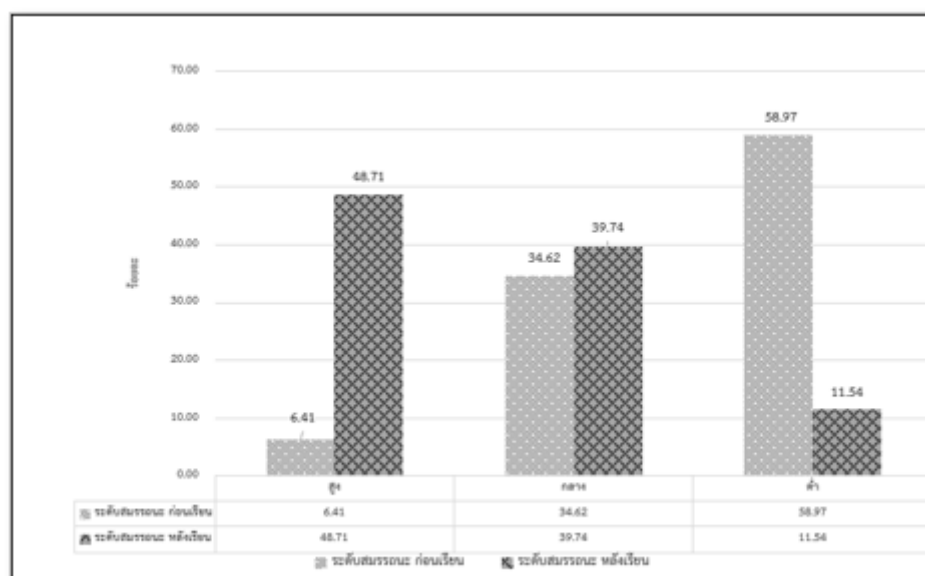
ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการประเมินโดยใช้ แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมี การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 6.41 อยู่ใน ระดับกลาง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 58.97 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำที่ ต้องได้รับการพัฒนาจำนวนมากที่สุด หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดง ให้เห็นว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับที่ดีขึ้น โดยมีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 48.71 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 และอยู่ใน ระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงที่เพิ่มมากขึ้น และอยู่ใน ระดับต่ำที่น้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งดีขึ้น รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบระดับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระดับสมรรถนะ (เกณฑ์คะแนน)	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
สูง (34 - 48)	5 (6.41)	38 (48.71)
กลาง (17 - 33)	27 (34.62)	31 (39.74)
ต่ำ (0 - 16)	46 (58.97)	9 (11.54)

กราฟแสดงการเปรียบเทียบระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง



ภาพที่ 4.1 ความถี่และร้อยละการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

## 1.2 ผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแสดงจำนวนนักเรียนตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม 2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน ได้แก่ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้าง) อยู่ในระดับสูง จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 32.05 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 และอยู่ในระดับต่ำที่ควรได้รับการพัฒนา จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการเขียนข้อกล่าวอ้าง อยู่ในระดับสูง จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 52.56 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 7.69 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในทุกระดับ และมีนักเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวนมากที่สุด เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 20.51 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเขียนข้อกล่าวอ้างดีขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

1.2.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลักฐาน) อยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 32.05 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนหลักฐานอยู่ในระดับสูงจำนวนมากที่สุด หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการเขียนหลักฐาน อยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 47.44 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 6.41 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนหลักฐานอยู่ในทุกระดับ และมีนักเรียนอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.38 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเขียนหลักฐานดีขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

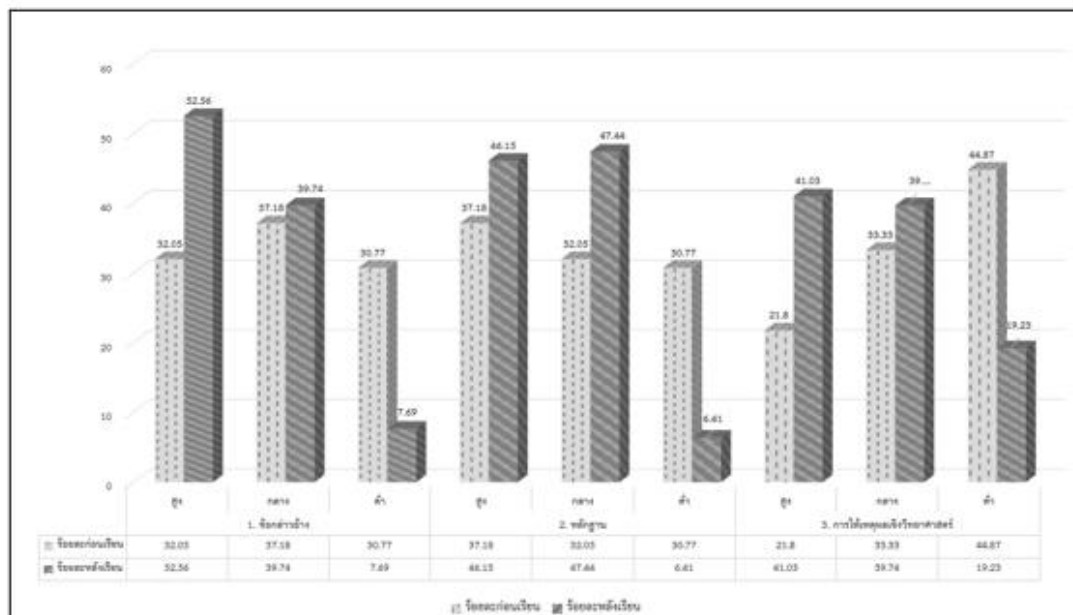
1.2.3 ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (การให้เหตุผล) อยู่ในระดับสูง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ

21.80 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับต่ำจำนวนมากที่สุด หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีการเขียนการให้เหตุผล อยู่ในระดับสูง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนการให้เหตุผลอยู่ในทุกระดับ และมีนักเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวนมากที่สุด เพิ่มขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเขียนการให้เหตุผลดีขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้

ตัวบ่งชี้ย่อย	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละ
	ระดับ	ร้อยละ (คน)	ร้อยละ (คน)	ร้อยละ	
1. ข้อกล่าวอ้างคือ ข้อ ยืนยันหรือคำตอบ ของคำถาม	สูง	25	32.05	41	52.56
	กลาง	29	37.18	31	39.74
	ต่ำ	24	30.77	6	7.69
2. หลักฐานคือ ข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	สูง	29	37.18	36	46.15
	กลาง	25	32.05	37	47.44
	ต่ำ	24	30.77	5	6.41
3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง กับหลักฐาน	สูง	17	21.80	32	41.03
	กลาง	26	33.33	31	39.74
	ต่ำ	35	44.87	15	19.23

กราฟแสดงการแสดงผลการเปรียบเทียบระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง



ภาพที่ 4.2 ความถี่และร้อยละระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ผู้วิจัยขอนำเสนอตัวอย่างข้อคำถาม เกณฑ์การให้คะแนน และคำตอบของคำถาม จากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่จัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ รายละเอียดปรากฏผลดังภาพที่ 4.3, ภาพที่ 4.4 และตารางที่ 4.3

ตัวอย่างข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้มีการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนประจำปีการศึกษา 2567 ในเวลา 12.30 น. เป็นการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในขณะที่กลุ่มนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมีจำนวน 4 คนได้รอตรวจสอบสุขภาพ ได้มีเจ้าหน้าที่ได้สอบถามข้อมูลของนักเรียนซึ่งปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ข้อมูลนักเรียน	ความดันเลือดในขณะนั้น	ความเข้มข้นของเลือด	ปริมาณของเหงื่อที่ออก	การเต้นของชีพจร
คนที่ 1	135/86	14.4 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า
คนที่ 2	115/79	19.1 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 3	112/77	18.5 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 4	130/84	16.8 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

#### คำถาม

1) นักเรียนคิดว่า จากข้อมูลนักเรียนคนใดบ้างที่มีโอกาสเกิดภาวะร่างกายขาดน้ำ

.....

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามตัวอย่าง

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
<b>ข้อกล่าวอ้าง</b> คือ ข้อยืนยันหรือ คำตอบของคำถาม	- ตอบถูกทั้ง 2 คน (คนที่ 2 และคนที่ 3)	- ตอบถูกคนใดคนหนึ่ง และต้องตอบเพียงคน เดียว	- ไม่แสดงคำตอบ, ตอบไม่ถูกต้อง, ตอบ เกินถึงแม้ว่าจะมี คำตอบที่ถูกต้อง
<b>หลักฐาน</b> คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	- แสดงหลักฐานข้อมูล จากในตารางอย่างน้อย 2 ข้อ ขึ้นไป เช่น ความ ดันเลือด ความเข้มข้น ของเลือด ปริมาณของ เหงื่อ และการเต้นของ ชีพจร	- แสดงหลักฐานข้อมูล จากในตารางอย่างใด อย่างหนึ่งเพียง 1 ข้อ เช่น ความดันเลือด ความเข้มข้นของเลือด ปริมาณของเหงื่อ และ การเต้นของชีพจร	- ไม่มีการแสดง หลักฐานหรือแสดง หลักฐานข้อมูลที่ไม่ เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ กำหนดไว้ในตาราง
<b>การให้เหตุผล</b> คือ ข้อความที่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน	- มีการเขียนเหตุผล แสดงความเชื่อมโยงข้อ กล่าวอ้างกับหลักฐาน ทุกข้อที่ได้ เขียนไว้ - มีการเขียนเหตุผล เชื่อมโยงหลักฐานทุก อย่างในตาราง เช่น ความดันเลือด ความเข้มข้นของเลือด ปริมาณของเหงื่อ และ การเต้นของชีพจร	- มีการเขียนเหตุผล แสดงความเชื่อมโยงข้อ กล่าวอ้างกับหลักฐาน 1 ข้อที่ได้เขียนไว้	- ไม่เขียนแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่ เชื่อมโยงหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง - มีการเขียนเหตุผล แสดงหลักฐานข้อมูลที่ ไม่เกี่ยวข้องจากข้อมูล ที่กำหนดไว้ในตาราง - มีการเขียนแสดง เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้าง กับหลักฐาน

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ  
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตอบคำถามในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนด

สถานการณ์แต่ละข้อ	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
		<b>ข้อกล่าวอ้าง (Claim)</b>
	สูง (2 คะแนน)	- นักเรียนตอบถูกทั้ง 2 คน (คนที่ 2 และคนที่ 3) ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) (S05 ก่อนเรียน) คนที่ 2, 3 (2) (S42 ก่อนเรียน) คนที่ 2 และ 3 (3) (S56 หลังเรียน) คนที่ 2 และ คนที่ 3 (4) (S69 หลังเรียน) คนที่ 2, 3
ข้อที่ 2 “ร่างกายขาดน้ำ”	กลาง (1 คะแนน)	- นักเรียนตอบถูกคนใดคนหนึ่ง และต้องตอบเพียง คนเดียว ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) (S12 ก่อนเรียน) คนที่ 2 (2) (S34 ก่อนเรียน) คนที่ 2 (3) (S57 ก่อนเรียน) คนที่ 2 (4) (S61 หลังเรียน) คนที่ 3
	ต่ำ (0 คะแนน)	- ไม่แสดงคำตอบ, ตอบไม่ถูกต้อง, ตอบเกินถึงแม้ว่า จะมีคำตอบที่ถูกต้องตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) (S02 ก่อนเรียน) คนที่ 4 (2) (S18 ก่อนเรียน) คนที่ 1 (3) (S47 ก่อนเรียน) คนที่ 1 และคนที่ 4 (4) (S78 ก่อนเรียน) ทุกคน

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

สถานการณ์แต่ละข้อ	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
		<b>ข้อกล่าวอ้าง (Claim)</b>
		<b>หลักฐาน (Evidence)</b>
ข้อที่ 2 “ร่างกายขาดน้ำ”	สูง (2 คะแนน)	<p>- นักเรียนมีการแสดงหลักฐานข้อมูลจากในตารางอย่างน้อย 2 ข้อขึ้นไป เช่น ความดันเลือด ความเข้มข้นของเลือด ปริมาณของเหงื่อ และการเต้นของชีพจร</p> <p>(1) (S05 ก่อนเรียน) จากข้อมูลในตาราง ชีพจรเต้นเร็ว มีเหงื่อออกเยอะ</p> <p>(2) (S42 ก่อนเรียน) ชีพจรเต้นเร็ว ปริมาณเหงื่อเยอะ</p> <p>(3) (S56 หลังเรียน) ความเข้มข้นของเลือดสูง ปริมาณเหงื่อออกมาก และชีพจรเต้นเร็วขึ้น</p> <p>(4) (S69 หลังเรียน) ความดันเลือดต่ำ ความเข้มข้นของเลือดสูง ปริมาณเหงื่อมาก และชีพจรเต้นเร็ว</p>
ข้อที่ 2 “ร่างกายขาดน้ำ”	กลาง (1 คะแนน)	<p>- นักเรียนแสดงหลักฐานข้อมูลจากในตารางอย่างใดอย่างหนึ่งเพียง 1 ข้อ เช่น ความดันเลือด ความเข้มข้นของเลือด ปริมาณของเหงื่อ และการเต้นของชีพจร</p> <p>(1) (S12 ก่อนเรียน) ชีพจรเต้นเร็วขึ้น</p> <p>(2) (S34 ก่อนเรียน) ความเข้มข้นของเลือดสูง</p> <p>(3) (S57 ก่อนเรียน) ชีพจรเต้นเร็ว</p> <p>(4) (S61 หลังเรียน) ปริมาณเหงื่อออกเยอะ</p>



ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

สถานการณ์แต่ละข้อ	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
		<b>ข้อกล่าวอ้าง (Claim)</b>
	ต่ำ (0 คะแนน)	- นักเรียนไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐาน ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่กำหนดให้ในตาราง (1) (S02 ก่อนเรียน) อ้างอิงจากที่โจทย์กำหนด (2) (S18 ก่อนเรียน) ไม่แสดงเหตุผล (ไม่เขียน ตอบ) (3) (S47 ก่อนเรียน) ไม่ค่อยมีน้ำอยู่ในเลือด และเหงื่อออกน้อย เพราะไม่มีน้ำ (4) (S78 ก่อนเรียน) ผลข้อมูลในตารางทุกคน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน
		<b>การให้เหตุผล (Reasoning)</b>
	สูง (2 คะแนน)	- นักเรียนมีการเขียนเหตุผลแสดงความเชื่อมโยงข้อ กล่าวอ้างกับหลักฐานทุกข้อที่ได้เขียนไว้ (S69 หลังเรียน) ปริมาณของเหงื่อที่ออกมา มาก มีผลต่อร่างกาย ทำให้น้ำในร่างกายมีปริมาณ น้อยลง ส่งผลให้ความเข้มข้นของเลือดสูงขึ้น เมื่อ เลือดเข้มข้นมากจะไหลช้า ทำให้ความดันเลือดต่ำ ส่งผลให้หัวใจต้องทำงานหนักขึ้น (เต้นเร็วขึ้น) จึง สรุปได้ว่าร่างกายกำลังจะขาดน้ำ
ข้อที่ 2 “ร่างกายขาดน้ำ”		- นักเรียนมีการเขียนเหตุผลเชื่อมโยงหลักฐานทุก อย่างในตาราง เช่น ความดันเลือดความเข้มข้นของ เลือด ปริมาณของเหงื่อ และการเต้นของชีพจร (1) (S56 หลังเรียน) เมื่อเหงื่อออกมา มาก ร่างกายจึงขาดน้ำ ทำให้น้ำในเลือดน้อยลง ส่งผล ให้เลือดเข้มข้น ทำให้ความเข้มข้นของเลือดสูง และชีพจรจึงเต้นเร็วขึ้น เพื่อสูบน้ำเลือดไปเลี้ยง ร่างกาย (2) (S42 ก่อนเรียน) ปริมาณของเหงื่อที่ออก มาก จะทำให้ร่างกายมีน้ำน้อยลง ทำให้การเต้น

## ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

สถานการณ์แต่ละข้อ	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ข้อที่ 2 “ร่างกายขาดน้ำ”	กลาง (1 คะแนน)	<p>ของซีพจรต้องเต้นเร็วขึ้นเพื่อส่งให้เลือดไหลในสภาวะปกติ</p> <p>- นักเรียนมีการเขียนเหตุผลแสดงความเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน 1 ข้อที่ได้เขียนไว้</p> <p>(1) (S12 ก่อนเรียน) การที่ซีพจรเต้นเร็วขึ้น เป็นการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมากขึ้น แสดงว่าเลือดมีความหนืด เมื่อเลือดมีความหนืดนั้นคือ เลือดมีน้ำน้อย</p> <p>(2) (S34 ก่อนเรียน) เมื่อปริมาณน้ำในเลือดน้อยส่งผลให้ความเข้มข้นของเลือดสูง นั้นเป็นการแสดงว่าร่างกายของเราขาดน้ำ</p> <p>(4) (S61 หลังเรียน) ปริมาณเหงื่อที่ออกมาทำให้ร่างกายมีน้ำเหลืออยู่น้อย ส่งผลให้ร่างกายขาดน้ำ</p>
	ต่ำ (0 คะแนน)	<p>- นักเรียนไม่เขียนแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง</p> <p>(1) (S18 ก่อนเรียน) ไม่แสดงเหตุผล (ไม่เขียนตอบ)</p> <p>- นักเรียนมีการเขียนเหตุผลแสดงหลักฐานข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่กำหนดให้ในตาราง</p> <p>(1) (S02 ก่อนเรียน) อ้างอิงจากที่โจทย์กำหนด</p> <p>- นักเรียนมีการเขียนแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน</p> <p>(1) (S47 ก่อนเรียน) ไม่ค่อยมีน้ำอยู่ในเลือดและเหงื่อออกน้อย เพราะไม่มีน้ำ</p> <p>(2) (S78 ก่อนเรียน) ผลข้อมูลในตารางทุกคนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน</p>

### 1.2.3 ผลการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แยกตามเนื้อหาและตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยแยกตามเนื้อหา ตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติที่ได้จาก แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล สามารถแบ่งระดับเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำ และสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบของคำถามจากความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับสูงจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 25.64 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 32.05 ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการเขียนข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบของคำถามจากความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับสูง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 28.21 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 21.79 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านเขียนข้อกล่าวอ้างที่ดีขึ้น อยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีข้อกล่าวอ้างหรือคำตอบของคำถามจากความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.38 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนข้อกล่าวอ้างดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ซึ่งมีนักเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวนมากที่สุด

#### องค์ประกอบที่ 2 หลักฐาน (Evidence)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำ และสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อ

โต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถบอกหลักฐาน ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้างจากความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับสูงจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 29.49 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 32.05 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนหลักฐานอยู่ในระดับต่ำจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอณูหุมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถบอกหลักฐาน ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับสูงจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนหลักฐานอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถบอกหลักฐาน ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากความรู้ความเข้าใจ อยู่ในระดับสูงจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 8.97 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการเขียนหลักฐานอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

### องค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล (Reasoning)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำ และสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน อยู่ในระดับสูงจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 35.90 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอณูหุมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน อยู่ในระดับสูงจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 53.85 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.38 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุด

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน อยู่ในระดับสูงจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 43.59 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลอยู่ในระดับกลางจำนวนมากที่สุดอยู่

จากการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติที่ 3 วงจรปฏิบัติที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า ทั้ง 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น เมื่อจบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ รายละเอียดหลักฐานปรากฏผลดังภาพที่ 4.5 – ภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.4

<b>คำถามสำคัญ</b> “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังจากการออกกำลังกายจะเกิดผลดีที่สุดในร่างกาย”	<b>ชื่อกลุ่ม “50 บาท”</b>																	
<b>ข้อกล่าวอ้าง</b> จากการทดลองเบื้องต้นจึงได้คำตอบว่า เครื่องดื่มที่เกิดผลดีที่สุดในร่างกายที่สุด คือ น้ำเปล่า	<b>หลักฐาน</b>																	
<b>สมาชิกในกลุ่ม ม.4/12</b> 1) เลขที่ 2 2) เลขที่ 10 3) เลขที่ 26 4) เลขที่ 33 5) เลขที่ 35	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เวลา</th> <th colspan="2">ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟน (ml)</th> </tr> <tr> <th>น้ำเปล่า</th> <th>น้ำหวาน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 นาที</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3 นาที</td> <td>28</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>5 นาที</td> <td>29</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>10 นาที</td> <td>30</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	เวลา	ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟน (ml)		น้ำเปล่า	น้ำหวาน	1 นาที	25	15	3 นาที	28	18	5 นาที	29	20	10 นาที	30	25
เวลา	ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟน (ml)																	
	น้ำเปล่า	น้ำหวาน																
1 นาที	25	15																
3 นาที	28	18																
5 นาที	29	20																
10 นาที	30	25																
	<b>การให้เหตุผล</b> จากตารางข้อมูลจะเห็นได้ว่า น้ำเปล่าสามารถไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ดีกว่าน้ำหวาน																	

ภาพที่ 4.5 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์)

<b>ข้อความสำคัญ</b> “นักเรียนคิดว่าผลเลือดที่กำหนดให้ต่อไปนี้มีความผิดปกติหรือไม่”	<b>ชื่อกลุ่ม “50 บาท”</b>																																	
<b>ข้อกล่าวอ้าง</b> 1) เลขที่ 2 : มีความผิดปกติ 2) เลขที่ 10 : ไม่มีความผิดปกติ 3) เลขที่ 26 : มีความผิดปกติ 4) เลขที่ 33 : มีความผิดปกติ 5) เลขที่ 35 : มีความผิดปกติ	<b>หลักฐาน</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lab test</th> <th>Result</th> <th>Reference</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WBC</td> <td>4.12</td> <td>4.5 - 11.5</td> </tr> <tr> <td>RBC</td> <td>5.56</td> <td>4.00 - 5.40</td> </tr> <tr> <td>MCV</td> <td>68.3</td> <td>80 - 100</td> </tr> <tr> <td>MCH</td> <td>22.7</td> <td>27 - 31</td> </tr> <tr> <td>PLT</td> <td>214</td> <td>140 - 440</td> </tr> <tr> <td>Neutrophil</td> <td>46</td> <td>50 - 70</td> </tr> <tr> <td>Lymphocyte</td> <td>47</td> <td>18 - 42</td> </tr> <tr> <td>Monocyte</td> <td>5</td> <td>2 - 11</td> </tr> <tr> <td>Eosinophil</td> <td>2</td> <td>1 - 3</td> </tr> <tr> <td>Basophil</td> <td>0</td> <td>0 - 2</td> </tr> </tbody> </table>	Lab test	Result	Reference	WBC	4.12	4.5 - 11.5	RBC	5.56	4.00 - 5.40	MCV	68.3	80 - 100	MCH	22.7	27 - 31	PLT	214	140 - 440	Neutrophil	46	50 - 70	Lymphocyte	47	18 - 42	Monocyte	5	2 - 11	Eosinophil	2	1 - 3	Basophil	0	0 - 2
Lab test	Result	Reference																																
WBC	4.12	4.5 - 11.5																																
RBC	5.56	4.00 - 5.40																																
MCV	68.3	80 - 100																																
MCH	22.7	27 - 31																																
PLT	214	140 - 440																																
Neutrophil	46	50 - 70																																
Lymphocyte	47	18 - 42																																
Monocyte	5	2 - 11																																
Eosinophil	2	1 - 3																																
Basophil	0	0 - 2																																
<b>การให้เหตุผล (รายบุคคล)</b> 1) เลขที่ 2 : ค่าตัวเลขบางตัวในตารางมีความผิดปกติ เช่น MCH, Lymphocyte 2) เลขที่ 10 : มีค่าที่ปกติมากกว่าค่าที่ผิดปกติ 3) เลขที่ 26 : ค่าผลเลือดบางตัวมีค่ามากกว่าและค่าน้อยกว่าปกติ 4) เลขที่ 33 : มีค่าเลือดที่เกินและน้อยกว่าค่าปกติ 5) เลขที่ 35 : มีค่าเลือดที่มากกว่าค่ามาตรฐาน	<b>การให้เหตุผล (ของกลุ่ม)</b> จากตารางข้อมูล ค่า MCH มีค่าต่ำกว่าปกติ โดยมีค่า 22.7 ซึ่งค่าปกติจะอยู่ระหว่าง 27 - 31 ส่วน Lymphocyte มีค่า 47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ปกติ ซึ่งอยู่ระหว่าง 18 - 42																																	

ภาพที่ 4.6 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้น สามารถสังเกตได้จากตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มในวงจรปฏิบัติที่ 1 จะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องจากคำถามสำคัญที่กำหนดให้ และมีการเขียนแสดงหลักฐานซึ่งได้จากการทดลองประกอบข้อกล่าวอ้าง แต่การให้เหตุผลยังต้องได้รับการพัฒนา จากข้อความ “จากตารางข้อมูลจะสามารถเห็นได้ว่าน้ำเปล่าสามารถไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ดีกว่า น้ำหวาน” ซึ่งไม่มีการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง แต่เป็นเพียงการแสดงรายละเอียดของหลักฐานเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มในวงจรปฏิบัติที่ 3 จะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มนี้มีการเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องจากคำถามสำคัญที่กำหนดให้ มีการเขียนแสดงหลักฐานซึ่งได้จากการสืบค้นข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และมีการเขียนแสดงเหตุผลเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน จากข้อความ “จากตาราง ค่า MCH มีค่าต่ำกว่าปกติ โดยมีค่า 22.7 ซึ่งค่าปกติอยู่ระหว่าง 27 - 31 และ Lymphocyte มีค่า 47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ปกติที่อยู่ระหว่าง 18-42”

**แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง**  
 (แผนการเรียนรายวิชาที่ 1 เรื่อง การศึกษาสุขภาพของร่างกายในวัยเรียน)

**ส่วนที่ ๑**  
 ให้นักเรียนเขียนคำตอบของคำถามสำคัญที่กำหนดไว้ในคะแนน โดยนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ตนเอง  
 และกลุ่มเพื่อนทำกิจกรรมเขียน สรุปแบบที่ตัวเองได้ทำมา

**คำถามสำคัญ**  
 - ทำไมเราต้องกินผักผลไม้ทุกวัน?

**คำตอบ (คำตอบของคำถามสำคัญ)**  
 - กินผัก

**หลักฐาน (ข้อมูลสนับสนุนคำตอบที่ตนเองทำมา)**  
 - จากสารอาหารในผักผลไม้ และจากที่แม่บอกให้กินผักผลไม้ทุกวัน

จำนวน	จำนวนผักผลไม้ที่กินต่อวัน (กิโลกรัม)	
	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2
1 กก	1 กก	1 กก
3 กก	3 กก	3 กก
5 กก	5 กก	5 กก
10 กก	10 กก	10 กก

**เหตุผล (คำอธิบายว่าหลักฐานสนับสนุนคำตอบอย่างไร)**  
 จากสารอาหารในผักผลไม้ และจากที่แม่บอกให้กินผักผลไม้ทุกวัน และจากที่แม่บอกให้กินผักผลไม้ทุกวัน

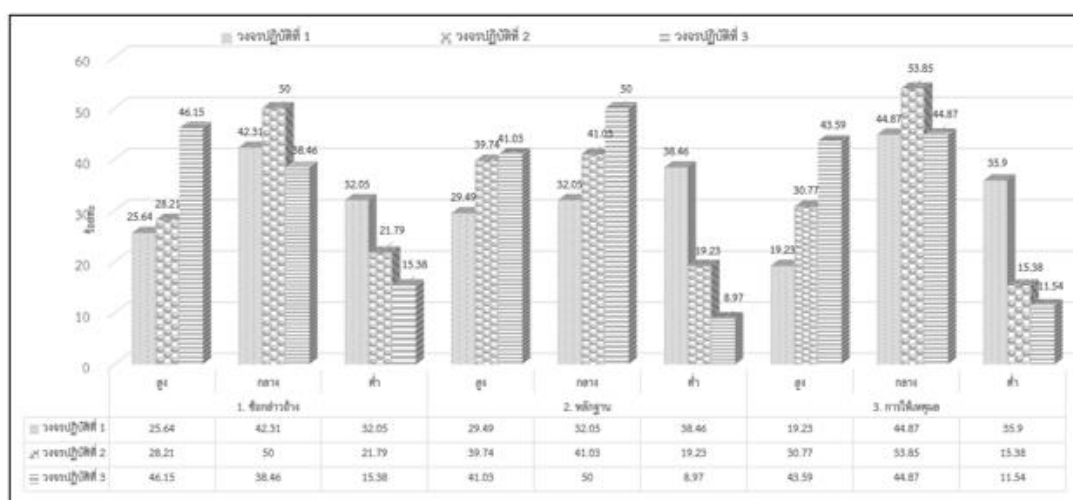
ชื่อ น.ร. [redacted] 27 พ.ย. 2567



ภาพที่ 4.7 แสดงหลักฐานแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์การสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบในแต่ละด้าน  
ของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ

ตัวบ่งชี้	ระดับ	วงจรปฏิบัติที่ 1		วงจรปฏิบัติที่ 2		วงจรปฏิบัติที่ 3	
		การรักษาสมดุล ของน้ำและแร่ธาตุ		การรักษาสมดุลกรด-เบส และการรักษาคุณภาพ ของอุณหภูมิภายในมนุษย์		ระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะกับไม่ จำเพาะ และระบบภูมิคุ้มกันหลัง คลอด	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ข้อกล่าว อ้าง	สูง	20	25.64	22	28.21	36	46.15
	กลาง	33	42.31	39	50.00	30	38.46
	ต่ำ	25	32.05	17	21.79	12	15.38
2. หลักฐาน	สูง	23	29.49	31	39.74	32	41.03
	กลาง	25	32.05	32	41.03	39	50.00
	ต่ำ	30	38.46	15	19.23	7	8.97
3. การให้ เหตุผล	สูง	15	19.23	24	30.77	34	43.59
	กลาง	35	44.87	42	53.85	35	44.87
	ต่ำ	28	35.90	12	15.38	9	11.54



ภาพที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์การสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบในแต่ละด้านของ  
นักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ



ตอนที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน  
จอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ  
โต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะนำเสนอการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากแบบ  
วัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการ  
ให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบ  
สมมติฐาน (ข้อ 1 และข้อ 5) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ข้อ 2 และข้อ 8) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (ข้อ 3  
และข้อ 6) และการให้เหตุผลแบบอธิบาย (ข้อ 4 และข้อ 7) ซึ่งลักษณะข้อสอบนี้จะเป็นข้อสอบแบบ  
อัตนัย โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนน ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง ไม่มีการแสดงเหตุผล แสดงเหตุผล  
ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์, 1 หมายถึง มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แต่ไม่ตรงกับ  
ประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ และ 2 หมายถึง มีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับ  
สถานการณ์ และตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 16  
คะแนน โดยนำผลการให้คะแนนของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิง  
วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามลำดับความสามารถใน  
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ระดับสูง ระดับกลางและระดับต่ำ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน และ  
คำตอบของคำถามจากนักเรียน ดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	มีการแสดงเหตุผลที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ที่กำหนดให้ และตรงกับ ประเภทของการให้เหตุผล ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ	มีการแสดงเหตุผลที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ที่กำหนดให้ แต่ไม่ตรงกับ ประเภทของการให้เหตุผล ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ	ไม่มีการแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ที่กำหนดให้

ตารางที่ 4.6 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการตอบคำถามในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนด

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
<b>การให้เหตุผลแบบนิรนัย</b> <b>(โจทย์ข้อที่ 2)</b> จากคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงหลักฐาน เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน	สูง (2 คะแนน)	- นักเรียนมีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ (S67 หลังเรียน) เมื่อปริมาณน้ำในเลือดน้อยส่งผลให้ความเข้มข้นของเลือดสูง หัวใจจึงเต้นเร็วขึ้นเพื่อที่จะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้เหมือนปกติ ทั้งหมดนี้เป็นการแสดงว่าร่างกายของเราขาดน้ำ
	กลาง (1 คะแนน)	- นักเรียนมีการแสดงเหตุผลที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ไม่ตรงกับประเภทของ การให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ (1) (S17 ก่อนเรียน) ร่างกายของเราขาดน้ำ เกิดจากน้ำจากร่างกายถูกขับออกจากร่างกายในรูปของเหงื่อ ส่งผลให้ความเข้มข้นของเลือดสูงขึ้น (2) (S68 หลังเรียน) ร่างกายขาดน้ำ เนื่องจากปริมาณเหงื่อที่ออกมามาก ทำให้ร่างกายมีน้ำเหลืออยู่น้อย
	ต่ำ (0 คะแนน)	- นักเรียนไม่มีการแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) (S18 ก่อนเรียน) ไม่แสดงเหตุผล (ไม่เขียนตอบ) (2) (S02 ก่อนเรียน) อ้างอิงจากที่โจทย์กำหนด (3) (S78 ก่อนเรียน) ผลข้อมูลในตารางทุกคนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

## ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
<b>การให้เหตุผลแบบอุปนัย</b> <b>(โจทย์ข้อที่ 6)</b> จากคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงหลักฐาน เพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน	สูง (2 คะแนน)	- นักเรียนมีการแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และตรงกับประเภทของการให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ (S67 หลังเรียน) มนุษย์จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม จะมีอุณหภูมิในร่างกายคงที่คือ 37 องศาเซลเซียส โดยจะมีการปรับตัวเมื่ออากาศร้อน (อียิปต์) คือ เมื่ออากาศร้อนร่างกายจะลดอัตราเมแทบอลิซึม และเพิ่มการระบายความร้อน
	กลาง (1 คะแนน)	- นักเรียนมีการแสดงเหตุผลที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ไม่ตรงกับประเภทของ การให้เหตุผลที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ (1) (S26 ก่อนเรียน) เมื่ออยู่ในอียิปต์ อากาศร้อน มนุษย์จะลดอัตราเมแทบอลิซึม และระบายความร้อนเพิ่มขึ้น เป็นการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ (2) (S73 หลังเรียน) อียิปต์ มีอากาศร้อน หลอดเลือดของมนุษย์จะขยายตัว เพิ่มการระบายความร้อนให้มากขึ้น เป็นการปรับตัวของมนุษย์
	ต่ำ (0 คะแนน)	- นักเรียนไม่มีการแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) (S18 ก่อนเรียน) ไม่แสดงเหตุผล (ไม่เขียนตอบ) (2) (S02 ก่อนเรียน) อากาศร้อน เหงื่อจึงออก

การนำเสนอการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะนำเสนอก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ รายละเอียดและการศึกษาจะนำเสนอรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แยกตามเนื้อหาและตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

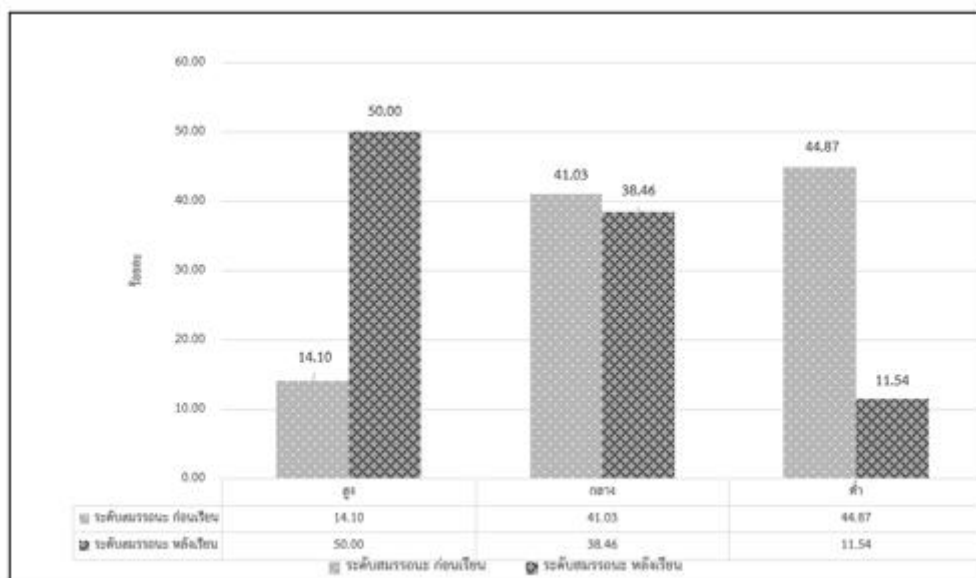
### 1. ผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ มีรายละเอียด ดังนี้

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการประเมินโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 14.10 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวนมากที่สุด หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งมีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ซึ่งอยู่ในระดับกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงที่เพิ่มมากขึ้น และอยู่ในระดับต่ำที่น้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดีขึ้น รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระดับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระดับสมรรถนะ (เกณฑ์คะแนน)	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับสูง (12 - 16)	11 (14.10)	39 (50.00)
ระดับกลาง (6 - 11)	32 (41.03)	30 (38.46)
ระดับต่ำ (0 - 5)	35 (44.87)	9 (11.54)

กราฟแสดงการเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง



ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

## 2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์

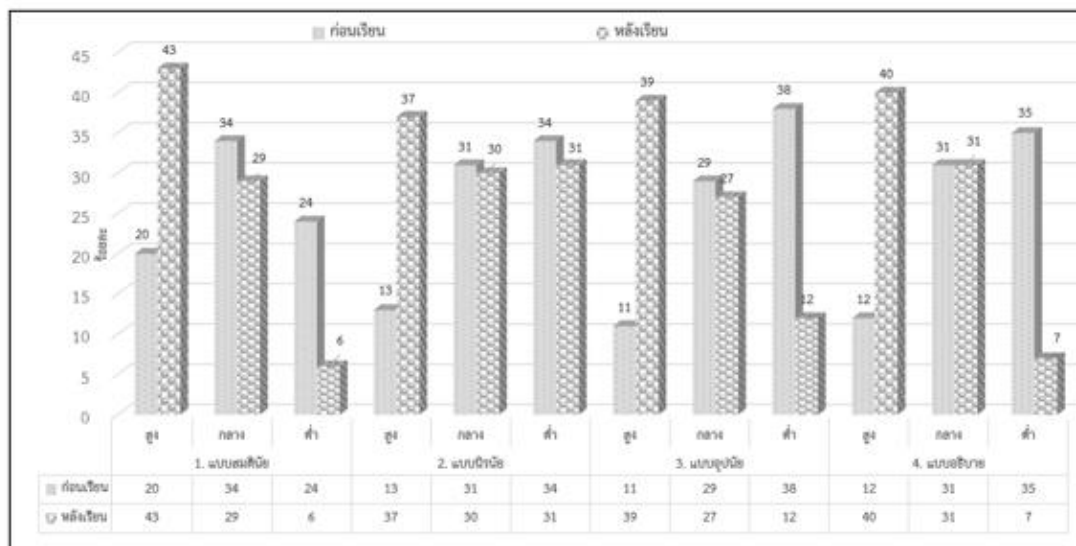
ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการประเมินโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทสมมติฐาน อยู่ในระดับกลาง จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 43.59 ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทนิรนัย อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 43.59 ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทอุปนัย อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 และด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทอธิบาย อยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทสมมติฐาน อยู่ในระดับสูง จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 55.13 ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทนิรนัย อยู่ในระดับสูง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 47.44 ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทอุปนัย อยู่ในระดับสูง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ประเภทอธิบาย อยู่ในระดับสูง จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.8 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

ระดับ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียนแยกตามระดับความสามารถของนักเรียน (N=78)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน		
- ระดับสูง (3-4 คะแนน)	20	43
- ระดับกลาง (1-2 คะแนน)	34	29
- ระดับต่ำ (0 คะแนน)	24	6
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย		
- ระดับสูง (3-4 คะแนน)	13	37
- ระดับกลาง (1-2 คะแนน)	31	30
- ระดับต่ำ (0 คะแนน)	34	11
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย		
- ระดับสูง (3-4 คะแนน)	11	39
- ระดับกลาง (1-2 คะแนน)	29	27
- ระดับต่ำ (0 คะแนน)	38	12
4. การให้เหตุผลแบบอธิบาย		
- ระดับสูง (3-4 คะแนน)	12	40
- ระดับกลาง (1-2 คะแนน)	31	31
- ระดับต่ำ (0 คะแนน)	35	47

กราฟแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์



ภาพที่ 4.10 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ประเภท ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

### 3. ผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แยกตามเนื้อหาและตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละประเภท โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### ประเภทที่ 1 การให้เหตุผลแบบสมมติ (Abduction or Abductive Reasoning)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ได้ อยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 21.79 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบสมมติ

สูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 20 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 1 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่านักเรียนมีการสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาที่สงสัย อยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.39 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบสมมติฐานที่สูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 2 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีการสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาที่สงสัย อยู่ในระดับสูง จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 52.56 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบสมมติฐานที่สูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 41 คน

## ด้านที่ 2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถคาดคะเนและระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานและคำตอบ มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ อยู่ในระดับสูง จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 29.49 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบนิรนัยที่สูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 13 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 1 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 26 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่านักเรียนมีสามารถคาดคะเนและระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานและคำตอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับสูง จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 23.07 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบนิรนัย



นัยสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 26 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 2 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 33 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถคาดคะเนและระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานและคำตอบ มีความเหมาะสม อยู่ในระดับสูงจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 35.90 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 17.95 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบนิรนัยสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 33 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน

### **ด้านที่ 3 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning)**

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม อยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 24.36 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 35.90 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอุปนัยสูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 1 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอณูภูมิภาคในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม อยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 20.51 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอุปนัยสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 2 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม อยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 37.18 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ซึ่งพบว่า

นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอุปนัยสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 29 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 36 คน

#### ด้านที่ 4 การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ อยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 24.36 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอธิบายสูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 12 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 1 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน

ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ อยู่ในระดับสูง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 35.90 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.38 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอธิบายสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 19 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 2 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 28 คน

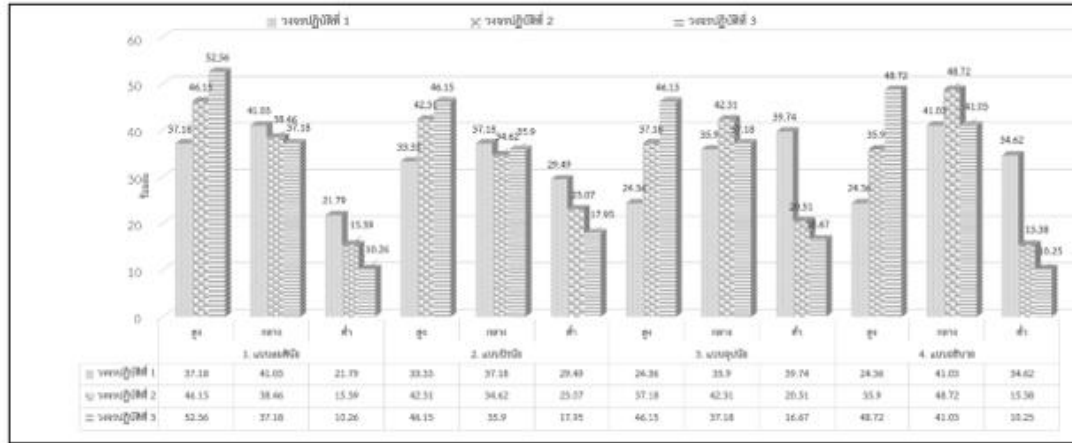
ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า นักเรียนนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ อยู่ในระดับสูง จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 48.72 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 10.25 ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลแบบอธิบายสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 28 คน จนหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 38 คน

จากการวิเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นในทุกประเภท รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเภทของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ

ตัวบ่งชี้	ระดับ	ก่อนเรียน	วงจรปฏิบัติที่ 1		วงจรปฏิบัติที่ 2		วงจรปฏิบัติที่ 3		หลังเรียน
			การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุ		การรักษาสมดุลกรด-เบส และการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในมนุษย์		ระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะกับไม่จำเพาะ และระบบภูมิคุ้มกันหลังคลอด		
			จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	สูง	20	29	37.18	36	46.15	41	52.56	43
	กลาง	34	32	41.03	30	38.46	29	37.18	29
	ต่ำ	24	17	21.79	12	15.39	8	10.26	6
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	สูง	13	26	33.33	33	42.31	36	46.15	37
	กลาง	31	29	37.18	27	34.62	28	35.90	30
	ต่ำ	34	23	29.49	18	23.07	14	17.95	11
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	สูง	11	19	24.36	29	37.18	36	46.15	39
	กลาง	29	28	35.90	33	42.31	29	37.18	27
	ต่ำ	38	31	39.74	16	20.51	13	16.67	12
4. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	สูง	12	19	24.36	28	35.90	38	48.72	40
	กลาง	31	32	41.03	38	48.72	32	41.03	31
	ต่ำ	35	27	34.62	12	15.38	8	10.25	7

กราฟแสดงผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเภทของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ



ภาพที่ 4.11 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเภทของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ

จากการวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเภทของนักเรียน โดยแยกตามเนื้อหาตามวงจรปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคล พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเภท นักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น เมื่อจบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ รายละเอียดหลักฐานปรากฏผลดังภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13

<p><b>คำถามสำคัญ</b></p> <p>"ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังจากการออกกำลังกายจะเกิดผลดีที่สุดในร่างกาย"</p>	<p><b>ชื่อกลุ่ม "มายลิกเดิ้ลโพนี"</b></p> <p><b>หลักฐาน</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เวลา</th> <th colspan="2">ปริมาณน้ำที่หลั่งผ่านกระดาษชอโลโฟน (ml)</th> </tr> <tr> <th>น้ำเปล่า</th> <th>น้ำหวาน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 นาที</td> <td>22</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3 นาที</td> <td>28</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>5 นาที</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>10 นาที</td> <td>30</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>	เวลา	ปริมาณน้ำที่หลั่งผ่านกระดาษชอโลโฟน (ml)		น้ำเปล่า	น้ำหวาน	1 นาที	22	15	3 นาที	28	18	5 นาที	30	20	10 นาที	30	28
เวลา	ปริมาณน้ำที่หลั่งผ่านกระดาษชอโลโฟน (ml)																	
	น้ำเปล่า	น้ำหวาน																
1 นาที	22	15																
3 นาที	28	18																
5 นาที	30	20																
10 นาที	30	28																
<p><b>ข้อกล่าวอ้าง</b></p> <p>หลังจากการออกกำลังกาย ดื่มน้ำเปล่าเกิดผลดีที่สุดในร่างกาย</p>	<p><b>การให้เหตุผล</b></p> <p>จากหลักฐานเบื้องต้นที่ได้น้ำเปล่าสามารถดูดซึมและไหลผ่านกระดาษชอโลโฟนได้ดีกว่าน้ำหวาน ดังนั้นน้ำเปล่าจึงสามารถดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดได้ดี</p>																	
<p><b>สมาชิกในกลุ่ม ม.4/11</b></p> <p>1) เลขที่ 6 2) เลขที่ 10 3) เลขที่ 15 4) เลขที่ 22 5) เลขที่ 39</p>																		

ภาพที่ 4.12 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์)

<p><b>คำถามสำคัญ</b> “นักเรียนคิดว่าผลเลือดที่กำหนดให้ต่อไปนี้มี ความผิดปกติหรือไม่”</p>	<p><b>ชื่อกลุ่ม “มายลิตเซลล์โพนี”</b></p> <p><b>หลักฐาน</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lab test</th> <th>Result</th> <th>Reference</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>WBC</td> <td>4.12</td> <td>4.5 - 11.5</td> </tr> <tr> <td>RBC</td> <td>5.56</td> <td>4.00 - 5.40</td> </tr> <tr> <td>MCV</td> <td>68.3</td> <td>80 - 100</td> </tr> <tr> <td>MCH</td> <td>22.7</td> <td>27 - 31</td> </tr> <tr> <td>PLT</td> <td>214</td> <td>140 - 440</td> </tr> <tr> <td>Neutrophil</td> <td>46</td> <td>50 - 70</td> </tr> <tr> <td>Lymphocyte</td> <td>47</td> <td>18 - 42</td> </tr> <tr> <td>Monocyte</td> <td>5</td> <td>2 - 11</td> </tr> <tr> <td>Eosinophil</td> <td>2</td> <td>1 - 3</td> </tr> <tr> <td>Basophil</td> <td>0</td> <td>0 - 2</td> </tr> </tbody> </table>	Lab test	Result	Reference	WBC	4.12	4.5 - 11.5	RBC	5.56	4.00 - 5.40	MCV	68.3	80 - 100	MCH	22.7	27 - 31	PLT	214	140 - 440	Neutrophil	46	50 - 70	Lymphocyte	47	18 - 42	Monocyte	5	2 - 11	Eosinophil	2	1 - 3	Basophil	0	0 - 2
Lab test	Result	Reference																																
WBC	4.12	4.5 - 11.5																																
RBC	5.56	4.00 - 5.40																																
MCV	68.3	80 - 100																																
MCH	22.7	27 - 31																																
PLT	214	140 - 440																																
Neutrophil	46	50 - 70																																
Lymphocyte	47	18 - 42																																
Monocyte	5	2 - 11																																
Eosinophil	2	1 - 3																																
Basophil	0	0 - 2																																
<p><b>ข้อกล่าวอ้าง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เลขที่ 6 : มีความผิดปกติ</li> <li>2) เลขที่ 10 : มีความผิดปกติ</li> <li>3) เลขที่ 15 : มีความผิดปกติ</li> <li>4) เลขที่ 22 : มีความผิดปกติ</li> <li>5) เลขที่ 39 : มีความผิดปกติ</li> </ol>																																		
<p><b>การให้เหตุผล (รายบุคคล)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เลขที่ 6 : MCH มีค่าต่ำกว่าปกติ และ Lymphocyte มีค่าสูงกว่าปกติ</li> <li>2) เลขที่ 10 : ผลเลือดส่วนใหญ่ปกติ คือ MCH และ Lymphocyte</li> <li>3) เลขที่ 15 : ส่วนเลขในตารางบางตัวมีความผิดปกติ</li> <li>4) เลขที่ 22 : มีค่าเลือดที่เกินและน้อยกว่า เมื่อเทียบกับค่าปกติ (Reference)</li> <li>5) เลขที่ 39 : มีค่าเลือดที่ผิดปกติอยู่ในตาราง</li> </ol>	<p><b>การให้เหตุผล (ของกลุ่ม)</b></p> <p>จากตารางแสดงข้อมูล มีค่าผลเลือดที่ ผิดปกติ คือ ค่า MCH มีค่าต่ำกว่าปกติ และ ค่า Lymphocyte ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ และสูง กว่าเกณฑ์ ตามลำดับ จึงทำให้ผลเลือดใน ภาพรวมผิดปกติ</p>																																	

ภาพที่ 4.13 แสดงหลักฐานแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 3  
(แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้น ในทุกประเภท สามารถสังเกตได้จากตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มในวงจรปฏิบัติที่ 1 จะเห็นได้ว่า ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะกำหนดให้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 เน้นการให้เหตุผลเชิงสมมติฐาน และนิรนัย ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ ได้เขียนแสดงเหตุผลแบบนิรนัย โดยมีข้อความว่า “จากหลักฐานเบื้องต้นน้ำเปล่าสามารถดูดซึมและไหลผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้ดีกว่าน้ำหวาน ดังนั้นน้ำเปล่าจึงถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดได้ดี” ซึ่งเช่นเดียวกันกับจากตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มในวงจรปฏิบัติที่ 3 จะเห็นได้ว่า ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะกำหนดให้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 เน้นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย และอธิบาย ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ได้เขียนแสดงเหตุผลแบบอธิบาย โดยมีข้อความว่า “จากตารางค่าผลเลือดบางส่วนสูงและต่ำกว่าเกณฑ์ โดยมีค่าลิมโฟไซต์ ซึ่งเป็นค่าของเม็ดเลือดขาวเท่ากับ 47 ซึ่งสูงกว่าในช่วงปกติ คือ 18-42 อยู่ 5”

### ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ โต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์

การค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตอนการระบุภาระงานและข้อคำถาม (2) ขั้นตอนการออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (3) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (4) ขั้นตอนกิจกรรมโต้แย้ง (5) ขั้นตอนอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ (6) ขั้นตอนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (7) ขั้นตรวจสอบโดยเพื่อน (8) ขั้นปรับปรุงและส่งรายงาน (Sampson, Grooms, & Walker, 2009) โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1998) 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งสิ่งที่ต้องพัฒนา คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้ค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังนี้

แนวปฏิบัติที่ดี 1 การใช้รูปแบบคำถามจากสถานการณ์ เพื่อชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญ นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว การใช้รูปแบบคำถามนี้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น

แนวปฏิบัติที่ดี 2 ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนจะแสดงเหตุผลของตนเองในระดับรายบุคคลก่อน ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายของเหตุผล ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการโต้แย้งของทั้งห้องเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและประเมินเหตุผลของกันและกันได้

แนวปฏิบัติที่ดี 3 การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อทำความเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทที่ชัดเจนขึ้น โดยการทำความเข้าใจเหล่านี้มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการ

เขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ

**แนวปฏิบัติที่ดี 1 การใช้รูปแบบคำถามจากสถานการณ์ เพื่อชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญ นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว การใช้รูปแบบคำถามนี้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น**

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนของกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้นทำได้ค่อนข้างยาก จากการสังเกตของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน พบว่า เมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุนิยามและข้อคำถามรวมถึงการออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ค่อนข้างมีปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เช่น นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถระบุนิยามหรือข้อคำถามจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ได้ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องมึบทบาทในการใช้คำถามจากสถานการณ์ในการกระตุ้นชี้แนะนักเรียน โดยรูปแบบของการใช้คำถามในการกระตุ้นและชี้แนะนักเรียน จะเริ่มต้นจากคำถามแรก คือ “นักเรียนเห็นใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร บนจอภาพ” จากนั้นคำถามที่ตามมา คือ “นักเรียนคิดว่าในวันนี้เราจะมาเรียนเกี่ยวกับเรื่องใด” จากนั้นคำถามถัดมา คือ “นักเรียนคิดว่า จากสถานการณ์ถ้านักเรียนจะสร้างข้อโต้แย้งขึ้น โดยแบ่งคำตอบให้ออกเป็น 2 ฝ่าย นักเรียนแต่ละกลุ่ม สามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างไรบ้าง” ซึ่งครูผู้สอนจะมีการใช้รูปแบบของคำถามจากสถานการณ์ จำนวน 3 ข้อ ในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งขึ้น เพื่อร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบนี้มาจากการสอนใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน ซึ่งมีแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

**วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์** สิ่งที่ปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ คือ ครูผู้สอนได้นำคลิปวิดีโอ เรื่อง “การรับน้ำ และการดื่มน้ำในระหว่างการแข่งขันวิ่ง”



ภาพที่ 4.14 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “การรับน้ำ และการเติมน้ำในระหว่างการแข่งขันวิ่ง”

มาให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มดู จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอาศัยประสบการณ์เดิมและการได้ดูวิดีโอร่วมกันสร้างคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่ข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มต้นครูผู้สอนใช้คำถามว่า “ทำไมต้องมีจุดบริการน้ำสำหรับนักวิ่งมาราธอน” ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการร่วมกันระดมความคิดในการหาคำตอบ ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่หลากหลายจากนักเรียน เช่น

นักวิ่งเหนื่อย สูญเสียน้ำในขณะออกกำลังกาย เลยต้องมีน้ำแต่จุดไว้คอยบริการค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

นักวิ่งหิวน้ำ เนื่องจากสูญเสียน้ำไประหว่างการวิ่ง จึงต้องได้รับน้ำชดเชยคืนร่างกาย  
(นักเรียนกลุ่มที่ 7 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดในการคิดข้อความและระบุภาระงานขึ้น เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคิดข้อความ และเสนอขึ้นโดยตอบแบบปากเปล่า ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่หลากหลายจากนักเรียน เช่น

.....นักวิ่งมาราธอน ควรเติมน้ำในระหว่างการวิ่งมาราธอนหรือไม่

(นักเรียนกลุ่มที่ 6 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

.....เมื่อเติมน้ำในระหว่างการวิ่งมาราธอน จะหายเหนื่อยจริงไหม

(นักเรียนกลุ่มที่ 1 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถที่จะคิดข้อความและระบุภาระงานขึ้น เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นำไปสู่คำถาม เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม ดังนี้



คำถามแรก คือ “นักเรียนเห็น ใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร บนจอภาพ”

.....นักวิ่งมาราธอน กำลังรับน้ำที่จุดบริการรับน้ำ เพื่อจะดื่มน้ำในระหว่างการวิ่งค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 5 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

.....นักวิ่งมาราธอน กำลังวิ่งเข้าจุดบริการน้ำดื่มระหว่างทางที่วิ่งค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

คำถามที่สอง คือ “นักเรียนคิดว่าในวันนี้เราจะมาเรียนเกี่ยวกับเรื่องใด หลังจากที่ดูคลิปวิดีโอจบ”

.....ต้องเกี่ยวข้องกับน้ำ หรือเครื่องดื่มแน่ ๆ น่าจะเป็นการรักษาสมดุลของน้ำค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

.....กลุ่มหนูว่าน่าจะเกี่ยวกับน้ำ แน่ ๆ หรือเกี่ยวข้องกับเครื่องดื่มด้วยไหมค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 6 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

จากนั้นคำถามถัดมา คือ “นักเรียนคิดว่า จากสถานการณ์ถ้านักเรียนจะสร้างข้อโต้แย้งขึ้น โดยแบ่งคำตอบให้ออกเป็น 2 ฝ่าย นักเรียนแต่ละกลุ่ม สามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างไรบ้าง”

.....เครื่องดื่มอะไรที่น่าจะเหมาะที่สุดในการดื่มขณะที่วิ่งมาราธอน หรือออกกำลังกาย

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

.....มีเครื่องดื่มอะไรที่นอกเหนือจากน้ำเปล่า ที่ควรดื่มในขณะที่วิ่งมาราธอนอีกไหม

(นักเรียนกลุ่มที่ 6 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถที่จะคิดข้อคำถามและระบุภาระงานขึ้น เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้ ครูจึงต้องมีการใช้คำถามจำนวน 3 ข้อ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และพบว่านักเรียนรู้สึกชื่นชอบการเรียนรู้ เนื่องจากได้ทดลอง ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S05, S46 และ S71)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S05	สถานการณ์เป็นสถานการณ์ที่เชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน และใกล้ตัว เพราะเมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมาหนูเพิ่งได้ไปวิ่งกับครอบครัว จึงทำให้หนูรู้สึกสนใจที่จะหาคำตอบของคำถามสำคัญ
S46	หนูรู้แล้วว่าเวลาออกกำลังกายควรดื่มน้ำเปล่ามากกว่าการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่
S71	เป็นครั้งแรกที่พวกหนูได้เรียนแบบนี้ สนุกดี มีการโต้แย้งกันด้วยเหตุผลอย่างสนุกสนานภายในห้องเรียน และเป็นสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า การใช้คำถามจากสถานการณ์เพื่อชี้นำ กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งในช่วงแรกนั้นนักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนในรูปแบบนี้ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเข้าใจ ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญมากที่จะนำสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน มากระตุ้นชี้นำให้นักเรียนได้สร้างคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อให้กิจกรรมการโต้แย้งนั้นมีความสนุกสนาน นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างมีเหตุผล

**วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย**

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรถอบปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด คือ ครูผู้สอนได้นำคลิปวิดีโอ เรื่อง “การวิ่งเก็บของ” “การวิ่ง 100 เมตร” และ “การกระโดดตบ” มาให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มดู



ภาพที่ 4.15 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “การวิ่งเก็บของ” “การวิ่ง 100 เมตร” และ “การกระโดดตบ”

จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอาศัยประสบการณ์เดิมและการได้ดูวิดีโอร่วมกันสร้างคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่ข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มต้นครูผู้สอนใช้คำถามว่า “การออกกำลังกายทั้ง 3 ชนิด นักเรียนคิดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการร่วมกันระดมความคิดในการหาคำตอบ ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่หลากหลายจากนักเรียน เช่น

.....แตกต่างกัน วิ่ง 100 เมตร ใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด ตามาด้วยวิ่งเก็บของ และ กระโดดตบ

(นักเรียนกลุ่มที่ 4 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 30 พฤษภาคม 2567)

.....แตกต่างกัน วิ่ง 100 เมตร และวิ่งเก็บของมีการใช้กำลังมาก ส่วนกระโดดตบ จะใช้กำลังน้อยกว่าค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 6 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 31 พฤษภาคม 2567)

จะเห็นได้ว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มก็ยังไม่สามารถที่จะคิดข้อคำถามและระบุภาระงานขึ้นเพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้ แต่ถ้าเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนเริ่มมีการตอบคำถามที่ใกล้เคียงกับข้อคำถามที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ นักเรียนได้ออกแบบการค้นหาคำตอบ เก็บรวบรวมข้อมูล โดยดูจากคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 4 ห้องที่ 1 และกลุ่มที่ 6 ห้องที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดในการคิดข้อคำถามและระบุภาระงานขึ้น เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม โดยผู้วิจัยแนะนำให้ นักเรียนคิดถึงวงจรปฏิบัติที่ 1 ว่าใช้คำถามใดบ้างที่เชื่อมโยงการสร้างข้อคำถามสำคัญที่นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคิดข้อคำถามและเสนอขึ้นโดยตอบแบบปากเปล่า ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่ค่อนข้างหลากหลายน้อยลงจากนักเรียน เช่น

.....ในการออกกำลังกายทั้ง 3 ชนิด การออกกำลังกายชนิดใดใช้กำลังมาก และเหนื่อยมากที่สุด

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 30 พฤษภาคม 2567)

.....การออกกำลังกายแบบใด ใน 3 ชนิด จะเหนื่อยมากที่สุด หายใจเร็วที่สุด และหายใจช้าที่สุด

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 31 พฤษภาคม 2567)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนา สามารถคิดข้อคำถามสำคัญและระบุภาระงานได้ดีขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับข้อคำถามสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ สังเกตได้จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 1 และนักเรียนกลุ่มที่ 2 ห้องที่ 2 ซึ่งมีใจความสำคัญ คือ “ความเหนื่อย การหายใจ” ผู้วิจัยจึงได้นำคำตอบของนักเรียนมาปรับภาษาเล็กน้อย จึงทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ข้อคำถามสำคัญในแผนการ

จัดการเรียนรู้ที่ 2 ว่า “จากการออกกำลังกายทั้ง 3 ชนิดที่กำหนดให้ การออกกำลังกายชนิดใดมีอัตราการหายใจเร็วที่สุด โดยให้เรียงลำดับจากมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด”

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคิดข้อคำถามและระบุภาระงานดีขึ้น จากวงจรปฏิบัติที่ 1 เพื่อออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้ โดยใช้คำถามจำนวน 3 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยขอใช้คำว่า “รูปแบบของคำถาม” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้



ภาพที่ 4.16 ภาพกิจกรรมที่นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และพบว่านักเรียนรู้สึกตื่นเต้นในการทำกิจกรรมนอกห้องเรียน ได้มีการทดลอง เพื่อเชื่อมโยงไปอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และในการทำกิจกรรมการโต้แย้งนักเรียนเกิดความสนุกสนานในการทำกิจกรรม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างมีเหตุผลถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการหายใจช้าหรือเร็ว เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S14, S29 และ S55)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S14	ตื่นต้นกับการทำกิจกรรมนอกห้องเรียน เรียนวิทยาศาสตร์ยังไงให้เหมือนเรียนวิชาพลศึกษา ได้รู้ถึงที่มาของการหายใจช้าหรือเร็วจากกิจกรรมการโต้แย้งภายในห้องเรียน
S29	คำถามสำคัญเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่น่าสนใจที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของเรา
S55	ได้ทำการทดลอง โดยการลงมือปฏิบัติ เห็นว่าเมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำปูนใส ทำให้น้ำปูนใสขุ่นจริง

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่น่าสนใจ และมีความใกล้ชิดกับนักเรียน จะเป็นสิ่งที่คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจะต้องใช้คำถามคอยกระตุ้น ชี้นำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันสร้างคำถามสำคัญ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจ อยากรที่จะลงมือสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อหาคำตอบของนักเรียนได้ด้วยตนเอง จะทำให้บรรยากาศในการเรียนนั้นเกิดความสนุกสนาน นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างมีเหตุผล

### วงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน เริ่มต้นคือ ครูผู้สอนได้นำคลิปวิดีโอ เรื่อง “โรงพยาบาลธนบุรี เตรียมตัวให้พร้อมก่อนตรวจสุขภาพ” มาให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มดู



ภาพที่ 4.17 ภาพจากคลิปวิดีโอ เรื่อง “โรงพยาบาลธนบุรี เตรียมตัวให้พร้อมก่อนตรวจสุขภาพ”

จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอาศัยประสบการณ์เดิมและการได้ดูวิดีโอ โดยเริ่มต้นครูผู้สอนใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนว่า “ในการตรวจสอบสุขภาพนั้น ส่วนใหญ่คนทั่วไปนิยมตรวจอะไรบ้าง” ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการร่วมกันระดมความคิดในการหาคำตอบ ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่ใกล้เคียงกันจากนักเรียน เช่น

.....ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ตรวจมะเร็งเต้านม และมะเร็งปากมดลูก (สำหรับผู้หญิง) ตรวจความดัน ไขมัน โดยการตรวจเลือด ตรวจภายใน และตรวจอัลตราซาวด์

(นักเรียนกลุ่มที่ 1 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 10 มิถุนายน 2567)

.....ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ถ้าเป็นผู้หญิงจะตรวจมะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูก ตรวจไขมันน้ำตาล และความดัน โดยใช้การตรวจเลือด ตรวจภายใน และตรวจอัลตราซาวด์

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 11 มิถุนายน 2567)

ต่อไปครูผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญเพื่อนำไปสู่ข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละกลุ่มว่า “นักเรียนคิดว่าการตรวจเลือดสามารถบ่งบอกอะไรได้อีกบ้าง นอกจากการตรวจไขมัน ความดัน น้ำตาลในเลือด และมีหลักเกณฑ์ในการบ่งบอกอย่างไร” โดยครูผู้สอนแนะนำให้นักเรียนลองใช้แนวคำถามที่ครูเคยถามไปในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 เป็นลำดับๆ ทีละคำถาม เพื่อนำมาซึ่งคำตอบที่จะเกี่ยวข้องกับการสร้างคำถามสำคัญ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการร่วมกันระดมความคิดในการหาคำตอบ ซึ่งครูผู้สอนก็ได้รับคำตอบที่ใกล้เคียงกันจากนักเรียน เช่น

.....สามารถบ่งบอกการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น เวลาไม่สบายเราไปโรงพยาบาล หมอจะสั่งตรวจเลือดเพื่อวินิจฉัยโรค โดยน่าจะดูจากปริมาณเม็ดเลือดขาวหรือปาวคะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 7 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 10 มิถุนายน 2567)

.....การเกิดโรคต่าง ๆ ดูจากส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลือด เช่น เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดคะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 1 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 11 มิถุนายน 2567)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนา สามารถคิดคำถามสำคัญและระบุภาระงานได้ดีขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับข้อคำถามสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ สังเกตได้จากคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 7 ห้องที่ 1 และนักเรียนกลุ่มที่ 1 ห้องที่ 2 ซึ่งมีใจความสำคัญ คือ “ส่วนประกอบของเลือด และเม็ดเลือด” ผู้วิจัยจึงได้นำคำตอบของนักเรียนมาปรับภาษาเล็กน้อย จึงทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ข้อคำถามสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ว่า “จากผลเลือดที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าบุคคลนี้มีความผิดปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด”

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคิดคำถามและระบุภาระงานดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 เพื่อ

ออกแบบและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม โดยใช้ “รูปแบบของคำถาม” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มได้



ภาพที่ 4.18 ภาพกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และพบว่า สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน รวมถึงรูปแบบของคำถามจากผู้วิจัย ทั้งสองสิ่งนี้ถือว่าเป็นแนวทางที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการสร้างข้อคำถามและระบุภาระงานที่ดีขึ้น ซึ่งข้อคำถามที่ได้นั้น จะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อไป

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S03, S36 และ S47)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S03	กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการเรียนที่ทำให้เราอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยเหตุผล
S36	การโต้แย้งเกี่ยวกับผลเลือดครั้งนี้ ทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้น สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้
S47	กิจกรรมการโต้แย้ง ช่วยให้ได้เหตุผลหรือคำตอบที่ดีที่สุดของคำถาม โดยการ ช่วยกันของเพื่อนในห้องเรียนในการแสดงเหตุผล

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า สถานการณ์ที่ใกล้ตัวและการใช้คำถามของครูผู้สอนเป็นสิ่งสำคัญหรือเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดการสร้างคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถแสดงการให้เหตุผลประเภทต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุปการใช้รูปแบบของคำถามจากสถานการณ์เพื่อชี้แนะ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ แสดงเหตุผล รวมถึงการหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

**แนวปฏิบัติที่ 2** ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนจะแสดงผลของตนเองในระดับรายบุคคลก่อน ซึ่งทำให้การเกิดความหลากหลายของเหตุผล ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการโต้แย้งของทั้งห้องเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและประเมินเหตุผลของกันและกันได้

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนของกล่าวอ้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้นทำได้ค่อนข้างยาก จากการสังเกตของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน พบว่า เมื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิก 4-5 คน ร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวขึ้น จะมีบางกลุ่มที่มีปัญหาบางประการเกิดขึ้นในห้องเรียน คือ สมาชิกบางคนที่อยู่ภายในกลุ่ม ไม่ได้มีส่วนร่วมในการแสดงผลเพื่อสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม ทำให้เหตุผลที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มนั้นไม่เกิดความหลากหลายในคำตอบ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องมีบทบาทในการช่วยให้สมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มนั้น ได้แสดงผลของตนเอง เพื่อที่จะทำให้เหตุผลของกลุ่มนั้นมาจากสมาชิกทุกคนในกลุ่ม และเกิดความหลากหลาย ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่จะนำไปสู่กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนทั้งห้อง ได้พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบนี้มาจากการสอนใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน ซึ่งมีแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

**วงจรปฏิบัติการที่ 1** แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ สิ่งปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ คือ หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทดลอง การไหลของน้ำเปล่า และการไหลของน้ำหวานสีแดง ผ่านกระดาษเซลโลเฟน เพื่อค้นหาคำตอบของคำถามที่ว่า “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุกกับร่างกาย” เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากการทดลองแล้ว ใน



ขั้นตอนที่นักเรียนต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ ครูผู้สอนสังเกตเห็นว่า มีสมาชิกบางคนของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่ม ไม่ได้มีการแสดงความคิดเห็นเกิดขึ้น ตามบทสนทนาตัวอย่างที่เกิดขึ้นกับกลุ่มที่ 3 ห้องเรียน 1 ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1: ผลการทดลองเป็นแบบนี้ กลุ่มเราจะเขียนเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบของกลุ่มเรายังไงดี

นักเรียนคนที่ 2: เราว่าลองมาช่วยกันคิดดีกว่านะ มาๆ

นักเรียนคนที่ 3: อาจารย์เค้าให้เอาตารางแสดงผลการทดลองมาเขียนเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบของกลุ่มเราใช่ไหม ถ้าเป็นแบบนี้เราว่าน้ำเปล่าไหลผ่านได้เร็วกว่า ถ้าเปรียบเทียบกับการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายก็คงดีกว่าทุกคนว่าไง

นักเรียนคนที่ 2: เราว่าน่าจะใช่เหมือนกัน แต่จะถูกไหมไม่รู้ เอาตามนั้นแหละ

นักเรียนคนที่ 1: เห็นด้วยๆ

นักเรียนคนที่ 4: โอเค ๆ เขียนในกระดาษเลย

นักเรียนคนที่ 5: งั้นเราเขียนแล้วนะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

<p><b>คำถามสำคัญ</b></p> <p>"ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังจากการออกกำลังกายจะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย"</p>	<p><b>ชื่อกลุ่ม "สันลา"</b></p> <p><b>หลักฐาน</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เวลา</th> <th colspan="2">ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลซิ่ง (ml)</th> </tr> <tr> <th>น้ำเปล่า</th> <th>น้ำหวาน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 นาที</td> <td>26</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>3 นาที</td> <td>28</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5 นาที</td> <td>30</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>10 นาที</td> <td>30</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>	เวลา	ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลซิ่ง (ml)		น้ำเปล่า	น้ำหวาน	1 นาที	26	16	3 นาที	28	20	5 นาที	30	22	10 นาที	30	26
เวลา	ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกระดาษเซลโลซิ่ง (ml)																	
	น้ำเปล่า	น้ำหวาน																
1 นาที	26	16																
3 นาที	28	20																
5 นาที	30	22																
10 นาที	30	26																
<p><b>ข้อกล่าวอ้าง</b></p> <p>ดื่มน้ำเปล่า หลังจากการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย</p>	<p><b>การให้เหตุผล</b></p> <p>จากตารางข้อมูล ร่างกายสามารถดูดซึมน้ำเปล่าได้ดีและเร็วกว่าน้ำหวาน (น้ำตาล)</p>																	
<p><b>สมาชิกในกลุ่ม น.4/11</b></p> <p>1) เลขที่ 3 2) เลขที่ 4 3) เลขที่ 26 4) เลขที่ 30 5) เลขที่ 33</p>																		

ภาพที่ 4.19 ภาพแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่ม 3 ห้องที่ 2

เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกวงจรปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ สมาชิกของนักเรียนในบางกลุ่มยังไม่ได้มีการระดมความคิดในการหาคำตอบ ในการแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลประกอบในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง และทำให้เกิดความหลากหลายของการแสดงเหตุผลที่น้อยลง ซึ่งจะเป็นส่วน

ที่สำคัญที่จะส่งผลให้กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนไม่เกิดความสมบูรณ์ ทำให้พัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ยังไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อสังเกตนี้ไปแก้ไขและพัฒนาต่อไปในวงจรปฏิบัติที่ 2

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกตื่นเต้น เนื่องจากได้ทดลอง ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S06, S44 และ S73)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S06	สนุกและตื่นเต้นในการทำกิจกรรมการทดลอง ได้รู้จักกระดาษเซลลูลาร์เฟน ซึ่งเคยได้ยินชื่อมาตั้งแต่อยู่ ม.1
S44	จากการแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทำให้เกิดการโต้แย้งกันด้วยเหตุผล จึงสามารถตัดสินใจเลือกเหตุผลที่ดีที่สุดในการเชื่อมโยงคำตอบได้
S73	ช่วยให้หนูรู้จักการให้เหตุผลประเภทต่าง ๆ และทำให้นักเรียนทุกคนได้มีการแสดงเหตุผลร่วมกัน เพื่อสนับสนุนคำตอบของกลุ่มตัวเอง

#### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า การที่สมาชิกของนักเรียนในบางกลุ่มยังไม่ได้มีการระดมความคิดเห็นในการหาคำตอบ ในการแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลประกอบในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง จะทำให้เกิดความหลากหลายของการแสดงเหตุผลที่น้อยลง ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่จะส่งผลให้กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนไม่เกิดความสมบูรณ์

**วงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย**

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย คือ ครูผู้สอนได้นำสถานการณ์ที่เรื่องเล่าที่แต่งขึ้น มาเล่าให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฟัง มีใจความดังต่อไปนี้

“ในช่วงเดือนเมษายนของประเทศไทย ซึ่งเป็นช่วงที่ปิดภาคเรียน กวิน ที่พึ่งจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ชวนเพื่อนคนหนึ่ง ซึ่งเป็นชาวอังกฤษมีชื่อว่า แดเนียล มาเที่ยวที่ประเทศไทย ในช่วงของประเพณีสงกรานต์ ทั้งซึ่งทั้งกวินและแดเนียลได้รู้จักกัน ตอนที่กวินได้ไปเป็นนักเรียนแลกเปลี่ยนที่ประเทศอังกฤษตั้งแต่อายุชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แดเนียลได้ตัดสินใจมาเที่ยวประเพณีสงกรานต์ในเมืองไทยตามคำชวนของกวิน ซึ่งเมื่อแดเนียลมาอยู่ที่ประเทศไทย แดเนียลได้พบกับกวินหลายครั้งเลยว่ เมืองไทย

อากาศร้อนกว่าประเทศอังกฤษมากเลย แต่คนไทยดูมีน้ำใจ และผู้คนดูยิ้มแย้มเป็นกันเองดี หลังจากประเพณีสงกรานต์ผ่านไป กวินได้ชวนแดนเนียบไปเที่ยวต่อที่ประเทศอินเดีย อยากรู้วิถีชีวิตผู้คนในประเทศอินเดีย และที่สำคัญอยากเห็นสิ่งมหัศจรรย์ของโลก ที่ทุกคนรู้จักกันดี คือ ทักษาฮาล ซึ่งทั้งสองคนตกลงที่จะไปเที่ยวที่ประเทศอินเดียต่อ เมื่อไปถึงประเทศอินเดีย ชาวที่เป็นกระแสนิยมที่สุดของประเทศอินเดียขณะนั้น คืออากาศร้อนมาก ส่งผลให้คนอินเดียหลายร้อยคน เกิดการเป็นโรคลมแดดหรือภาวะฮีทสโตรก ที่คนไทยรู้จักกัน”

จากนั้นผู้วิจัยก็ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด ตั้งคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบคำตอบ เพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองเป็นลำดับถัดไป ซึ่งคำถามสำคัญที่ได้จากสถานการณ์นี้ คือ “ระหว่างคนไทยและคนอังกฤษที่อยู่ในประเทศอินเดีย บุคคลใดจะมีความเสี่ยงในการเป็นโรคลมแดดหรือภาวะฮีทสโตรกได้มากกว่ากัน”

ต่อมาหลังจากที่ได้ข้อคำถามสำคัญแล้ว แต่ละกลุ่มได้ลงมือทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 คือ การสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อค้นหาคำตอบของคำถาม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากการสืบค้นข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนต่อไป นักเรียนจะต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ จากวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตมาว่า มีสมาชิกบางคนของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่ม ไม่ได้มีการแสดงความคิดเห็นเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนในแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่ม โดยให้สมาชิกทุกคนในกลุ่ม เขียนแสดงเหตุผลรายบุคคลที่จะช่วยในการสนับสนุนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนเองก่อน ก่อนที่จะนำมาโต้แย้งกันภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายของเหตุผลก่อนที่จะสรุปเป็นเหตุผลของกลุ่มตนเอง เพื่อนำไปสู่กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนเป็นลำดับต่อไป

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย สมาชิกทุกคนของกลุ่มได้มีการระดมความคิดในการหาคำตอบ ในการแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลประกอบในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง และทำให้เกิดความหลากหลายของการแสดงเหตุผลมากขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่จะส่งผลให้กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนเกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้พัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ดีขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อสังเกตนี้ไปพัฒนาต่อไปในวงจรปฏิบัติที่ 3

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 และพบว่านักเรียนได้รู้จักการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และยังได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มกันมากขึ้น

และนักเรียนได้เรียนรู้กลไกในการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S10 และ S65)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S10	ได้รู้จักแหล่งในการสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากยิ่งขึ้น เพื่อนๆ ในกลุ่มมีการแสดงเหตุผลหลากหลายมากขึ้นกว่าครั้งก่อน
S65	เมื่อเพื่อนทุกคนในกลุ่มได้มีการแสดงออกของเหตุผล ทำให้เห็นมุมมองอื่น ๆ มากขึ้น สามารถแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบได้ดีขึ้น

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า การที่นักเรียนแต่ละบุคคลมีการเสนอเหตุผลของตนเองมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้จักการสื่อสารเพื่อแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น นักเรียนรู้สึกสบายใจที่จะแสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องกลัวการถูกตัดสิน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นข้อมูลที่หลากหลายมากขึ้น มีการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทั้งข้อมูลที่เหมือนกันและข้อมูลที่แตกต่างกัน มีการเรียบเรียงข้อมูลในการเขียนใหม่และมีการเพิ่มเติมข้อมูลที่ค้นพบจากหลักฐานมาเขียนเพิ่มเติมทำให้การให้เหตุผลสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

### วงจรรูปที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรรูปที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน เริ่มต้นคือครูผู้สอนได้นำคลิปวิดีโอ เรื่อง “โรงพยาบาลธนบุรี เตรียมตัวให้พร้อมก่อนตรวจสุขภาพ” มาให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มดู จากนั้นผู้วิจัยก็ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด ตั้งคำถามสำคัญที่จะนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบคำตอบ เพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองเป็นลำดับถัดไป ซึ่งคำถามสำคัญที่ได้จากสถานการณ์นี้ คือ “จากผลเลือดที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าบุคคลนี้มีความผิดปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด”

ต่อมาหลังจากที่ได้ข้อคำถามสำคัญแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 คือ การสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อค้นหาคำตอบของคำถาม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากการสืบค้นข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนต่อไป นักเรียนจะต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ จากวงจรรูปที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรรูปที่ 1 ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตมาว่า สมาชิกทุกคนที่อยู่ในกลุ่ม ได้มีการแสดง

ความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคในวงจรปฏิบัติที่ 2 มาใช้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ต่อ โดยในแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่ม ให้สมาชิกทุกคนในกลุ่ม เขียนแสดงเหตุผลรายบุคคลที่จะช่วยในการสนับสนุนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนเองก่อน ก่อนที่จะนำมาโต้แย้งกันภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายของเหตุผลก่อนที่จะสรุปเป็นเหตุผลของกลุ่มตนเอง เพื่อนำไปสู่กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนเป็นลำดับต่อไป

**ชื่อหัวข้อ**  
"นักเรียนคิดว่าเมื่อสิ่งต่าง ๆ ได้เข้าไปในร่างกายแล้วเกิดอะไรขึ้น"

**ชื่อกลุ่ม**

1) เลขที่ 3 : ดิเรก นิลประณี  
2) เลขที่ 4 : ดิเรก นิลประณี  
3) เลขที่ 26 : ดิเรก นิลประณี  
4) เลขที่ 30 : ดิเรก นิลประณี  
3) เลขที่ 55 : นิลธิรา นิลประณี

**การให้เหตุผล (รายบุคคล)**

1) เลขที่ 3 : คำตอบของดิเรก นิลประณี คือ ดิเรก นิลประณี  
2) เลขที่ 4 : คำตอบของดิเรก นิลประณี คือ ดิเรก นิลประณี  
3) เลขที่ 26 : คำตอบของดิเรก นิลประณี คือ ดิเรก นิลประณี  
4) เลขที่ 30 : คำตอบของดิเรก นิลประณี คือ ดิเรก นิลประณี  
3) เลขที่ 55 : คำตอบของดิเรก นิลประณี คือ ดิเรก นิลประณี

**ชื่อกลุ่ม "ทีมดาว"**

Lab test	Result	Reference
WBC	9.12	4.5 - 11.5
RBC	3.56	4.00 - 5.40
MCV	68.3	80 - 100
MCH	22.7	27 - 31
PLT	218	150 - 400
Neutrophil	66	50 - 70
Lymphocyte	47	18 - 42
Monocyte	5	2 - 11
Eosinophil	2	1 - 5
Basophil	0	0 - 2

**การให้เหตุผล (ของกลุ่ม)**  
จากตารางข้อมูล มีค่าผิดปกติไปคือ 2 ตัว คือ ค่า MCH มีค่าต่ำกว่าปกติ โดยปกติ 22.7 ซึ่งค่าปกติจะอยู่ระหว่าง 27 - 31 และค่า Lymphocyte มีค่า 47 ซึ่งสูงกว่าปกติ ค่านี้จึงอยู่ระหว่าง 18 - 42

ภาพที่ 4.20 ภาพแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่ม 3 ห้องที่ 1 เรื่อง "ภูมิคุ้มกัน"

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน สมาชิกทุกคนของกลุ่มได้มีการระดมความคิดเห็นในการแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลประกอบในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง และทำให้เกิดความหลากหลายของการแสดงเหตุผลมากขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่จะส่งผลให้กิจกรรมการโต้แย้งของห้องเรียนเกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้พัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ดีขึ้น

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และพบว่า นักเรียนรู้จักการสื่อสาร เพื่อแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S04 S38 และ S58)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S04	รู้จักว่าตนเองสามารถเขียนแสดงความคิดเห็นในการให้เหตุผลได้ดีมากยิ่งขึ้น
S38	เมื่อผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง ทำให้สามารถเลือกหลักฐานหรือแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมาประกอบกับการตัดสินใจเพื่อสนับสนุนคำตอบได้มากขึ้น
S58	สนุกสนานในการเรียนโดยเฉพาะกิจกรรมการโต้แย้ง เพราะได้ทำให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า การที่นักเรียนแต่ละบุคคลมีการเสนอเหตุผลตามแนวความคิดของตนเองมากขึ้น เป็นการฝึกความกล้าแสดงออกทางความคิดอย่างหนึ่ง ทำให้นักเรียนรู้จักการสื่อสาร มีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น ซึ่งการที่แต่ละกลุ่มได้เหตุผลที่หลากหลาย จะทำให้กิจกรรมการโต้แย้งเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากได้มีการสังเคราะห์ข้อมูลก่อนที่จะตัดสินใจเลือกเหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีที่สุด ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุปคือ การให้นักเรียนแสดงเหตุผลรายบุคคลในชั้นกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของสมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่ม เป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพ ช่วยส่งเสริมทักษะการคิด ทักษะการสื่อสาร และแสดงออกถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น

**แนวปฏิบัติที่ 3 การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อทำความเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภท ที่ชัดเจนขึ้น โดยการทำความเข้าใจเหล่านี้มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ**

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลแต่ละประเภทให้ถูกต้องนั้น ทำได้ค่อนข้างยาก เมื่อให้นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลประเภทสมมติฐาน และนิรนัย จะมีนักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจ ถึงการเขียนประเภทของเหตุผลที่กำหนดให้ข้างต้น ครูผู้สอนจึงต้องทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภท เพื่อให้ นักเรียนสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

**วงจรถอบปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์** สิ่งที่ปฏิบัติในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ คือ หลังจากที่ได้แต่ละกลุ่มได้ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทดลอง การไหลของน้ำเปล่า และการไหลของน้ำหวานสีแดง ผ่านกระดาษเซลโลเฟน เพื่อค้นหาคำตอบของคำถามที่ว่า “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุุดกับร่างกาย” เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากการทดลองแล้ว ในขั้นตอนที่นักเรียนต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ และเขียนแสดงเหตุผล ครูผู้สอนสังเกตเห็นว่ามีสมาชิกบางคนของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มแสดงความคิดเห็น พูดคุย ปรึกษาหารือ ตามบทสนทนา ตัวอย่าง ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1: กลุ่มเราจะเขียนเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบอย่างไรดี

นักเรียนคนที่ 2: ไม่รู้ดี ไม่เห็นจะเข้าใจเหตุผลแต่ละประเภทเลย

นักเรียนคนที่ 3: แล้วกลุ่มเราจะทำอย่างไรดี หรือเขียน ๆ ไปก่อน ถ้าผิด เดียวกลับมา

แก้ไขใหม่ก็ได้

นักเรียนคนที่ 1: เราว่าถ้าเข้าใจเหตุผลแต่ละประเภทน่าจะเขียนได้ง่ายขึ้น

นักเรียนกลุ่มที่ 5 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 20 พฤษภาคม 2567)

นักเรียนคนที่ 1: มีใครเข้าใจเหตุผลแต่ละประเภทที่อาจารย์ได้พูดถึงไปบ้างไหม

นักเรียนคนที่ 2: ไม่รู้ดี เราก็ไม่เข้าใจเหมือนกัน

นักเรียนคนที่ 3: แล้วกลุ่มเราจะทำอย่างไรดี แต่เราว่าลองเขียนไปก่อนไหม เราเข้าใจ

แบบนี้ เราว่าน่าจะถูกต้องแหละ

นักเรียนคนที่ 2: ลองเขียนดู เดียวถ้าผิดอาจารย์ก็น่าจะให้แก้ไขที่หลัง

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 21 พฤษภาคม 2567)

จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์ นักเรียนหลายกลุ่มไม่เข้าใจ ถึงการเขียนประเภทของเหตุผลแต่ละประเภทที่กำหนดให้ ครูจึงต้องทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภท เพื่อให้ นักเรียนสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.16 และพบว่านักเรียนรู้สึกชื่นชอบรูปแบบการเรียนรู้ เนื่องจากได้ทดลอง ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง แต่ยังไม่เข้าใจการให้เหตุผลในแต่ละประเภท

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S33, S41 และ S74)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S33	การเรียนวันนี้สนุกดี ได้ทำการทดลอง แต่ไม่เข้าใจตรงการเขียนเหตุผล
S41	ได้ลงมือทดลอง ตื่นเต้น ไม่ค่อยเข้าใจการให้เหตุผลที่ครูอธิบาย
S74	รู้สึกว่าการเขียนแสดงเหตุผลค่อนข้างยาก แต่การเรียนสนุกดี

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า ถ้านักเรียนสามารถเข้าใจ ถึงการเขียนประเภทของเหตุผลแต่ละประเภทที่กำหนดให้ นักเรียนจะสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในช่วงแรกนั้นนักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับเหตุผลแต่ละประเภท จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเข้าใจ ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญมากที่จะทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภท

### วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรถอบปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนที่นักเรียนต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ และเขียนแสดงเหตุผล ครูผู้สอนได้ทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภทก่อนเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จากนั้นครูผู้สอนสังเกตเห็นว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็น พูดคุยปรึกษาหารือ ตามบทสนทนาตัวอย่าง ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1: ครั้งที่แล้วไม่ค่อยเข้าใจประเภทเหตุผลแต่ละแบบ แต่ครั้งนี้เข้าใจมากขึ้นแล้ว

นักเรียนคนที่ 2: จริง เห็นด้วยเลย

นักเรียนคนที่ 3: เราก็ก่อนเข้าใจแล้ว แต่ก็ยังไม่ 100%

(นักเรียนกลุ่มที่ 5 ห้องที่ 1, บันทึกหลังสอน, 30 พฤษภาคม 2567)

นักเรียนคนที่ 1: จริง ๆ เหตุผลแต่ละประเภทก็ไม่ยากเท่าไรนะ ถ้าเข้าใจ

นักเรียนคนที่ 2: แต่ครั้งนี้เข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทมากกว่าครั้งที่แล้ว

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 ห้องที่ 2, บันทึกหลังสอน, 31 พฤษภาคม 2567)



จากหลักฐานทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ในช่วงวงจรปฏิบัติที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด นักเรียนมีการพัฒนาการเข้าใจการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลได้ดีขึ้น เนื่องจากครูทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภท เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีถูกต้อง และมีคุณภาพ

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 และพบว่านักเรียนรู้สึกสนุก ได้เรียนรู้นอกห้องเรียน ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง และเข้าใจการให้เหตุผลในแต่ละประเภทมากขึ้น

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S16, S35 และ S57)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S16	ได้เรียนรู้นอกห้องเรียน รู้สึกเข้าใจเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทมากขึ้น
S35	กิจกรรมสนุก ได้ออกกำลังกาย รู้จักประเภทของเหตุผลชนิดต่าง ๆ
S57	เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของเราจริง ได้เห็นน้ำปูนใสขุ่น เข้าใจการเขียนเหตุผลมากยิ่งขึ้น

### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า ถ้านักเรียนเข้าใจการเขียนประเภทของเหตุผลแต่ละประเภทที่กำหนดให้ นักเรียนจะสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์

**วงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นหลังกำเนิด**

ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างสิ่งที่ปฏิบัติในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภูมิคุ้มกัน หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ในขั้นตอนนี้ที่นักเรียนต้องระดมความคิดในการหาคำตอบ และเขียนแสดงเหตุผล ครูผู้สอนได้ทำความเข้าใจและอภิปรายร่วมกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่งในเรื่องของการเขียนเหตุผลแต่ละประเภท เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างคำตอบจากอนุทินสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน (S07, S47 และ S72)

รหัสนักเรียน	คำตอบของนักเรียน
S07	การที่ทำความเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทก่อน ทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ
S47	เมื่อเข้าใจเหตุผลแต่ละประเภท ทำให้การตอบคำถามง่ายขึ้น
S72	เป็นครั้งแรกที่พวกเขาได้เรียนแบบนี้ รู้จักประเภทของเหตุผลชนิดต่าง ๆ

#### สะท้อนความคิด

ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่า ถ้านักเรียนเข้าใจการเขียนประเภทของเหตุผลแต่ละประเภทที่กำหนดให้ นักเรียนจะสามารถเขียนและแสดงเหตุผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ และมีคุณภาพ



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

#### 1. สรุปผลการวิจัย

##### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

1.1.2 เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

1.1.3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

##### 1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 รูปแบบการวิจัย คือ วิจัยปฏิบัติการ (Kemmis และ McTaggart, 1998)

1.2.2 กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 2 ห้องเรียน แต่ละห้องเรียนประกอบด้วยนักเรียนทั้งหมดจำนวน 39 คน เป็นนักเรียนหญิงทั้งหมดจำนวน 78 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2567 และนักเรียนกลุ่มนี้มีพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ จากผลการประเมินโดยใช้แบบทดสอบอัตนัย

### 1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ จำนวน 5 แผน 16 ชั่วโมง
- 2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 3) แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง (ระหว่างเรียน)
- 4) แบบบันทึกอนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและครู

### 1.3 ผลการวิจัย

**ตอนที่ 1 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาสมดุลภาพของร่างกายมนุษย์ มีรายละเอียด ดังนี้**

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการประเมินโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 6.41 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 58.97 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำที่ต้องได้รับการพัฒนาจำนวนมากที่สุด หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับที่ดีขึ้น โดยมีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 48.71 อยู่ในระดับกลาง จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 39.74 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงที่เพิ่มมากขึ้น และอยู่ในระดับต่ำที่น้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งดีขึ้น

**ตอนที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาสมดุลภาพของร่างกายมนุษย์**

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง จากการประเมินโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 14.10 อยู่ในระดับกลาง

จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 41.03 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 44.87 ซึ่งพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวนมากที่สุด หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งมีนักเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ซึ่งอยู่ในระดับกลาง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 38.46 และอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ซึ่งพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูงที่เพิ่มมากขึ้น และอยู่ในระดับต่ำที่น้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดีขึ้น

### **ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์**

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ดังนี้

แนวปฏิบัติที่ดี 1 การใช้รูปแบบคำถามจากสถานการณ์ เพื่อชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำถามสำคัญ นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว การใช้รูปแบบคำถามนี้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น

แนวปฏิบัติที่ดี 2 ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนจะแสดงผลของตนเองในระดับรายบุคคลก่อน ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายของเหตุผล ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการโต้แย้งของทั้งห้องเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนและประเมินเหตุผลของกันและกันได้

แนวปฏิบัติที่ดี 3 การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อทำความเข้าใจการให้เหตุผลแต่ละประเภทที่ชัดเจนขึ้น โดยการทำความเข้าใจเหล่านี้มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการเขียนและแสดงผลให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาการสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 การสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่าการสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมมีการพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจน โดยนักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถใช้หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง และมีความสามารถในการเชื่อมโยงหลักฐานในการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับหัวข้อที่จะเรียนรู้ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความสนใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ การทำงานกลุ่มยังช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้บรรยากาศการเรียนไม่เบื่อหน่าย สนุกสนาน การที่ครูให้ข้อมูลและตั้งประเด็นคำถามเพื่อกระตุ้นให้กลุ่มนักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนการสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งระหว่างกลุ่มช่วยเสริมสร้างทักษะในการนำเสนอความคิดเห็นและการระบุหลักฐานที่เชื่อถือได้ ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับร่วมกัน สอดคล้องกับณัฐวรรณ ศิริธร (2562) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการเขียนและแสดงเหตุผลของนักเรียนได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนยังส่งเสริมการสร้างความเข้าใจวิชาประวัติศาสตร์ที่มีคุณภาพ (Sulistina et al., 2021) อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังต้องการการพัฒนาเพิ่มเติมในด้านการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างให้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลแบบสมมติเป็นวิธีที่นักเรียนทำคะแนนได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของทศพล สุวรรณพุม (2562) โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการวิเคราะห์ปัญหาและการกำหนดข้อกล่าวอ้างอย่างมีระบบ

2.2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี โดยการใช้รูปแบบคำถาม ที่ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้ข้อคำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่นักเรียนได้พบเจอและมีความน่าสนใจ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและอยากรู้ อยากเห็น ในการหาข้อมูล รวมทั้งการทำกิจกรรมการทดลอง ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานกลุ่ม ร่วมมือช่วยเหลือกันช่วยกันคิดหาวิธีในการรวบรวมข้อมูลอย่างรอบคอบ เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุและผล (ไอย์ลดดา สมภาร, เมษยะมาศ คงเสมา และจีระวรรณ เกษสิงห์, 2565) ในกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลของตนเองในระดับรายบุคคลเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กระบวนการนี้สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดความหลากหลายของเหตุผลจากนักเรียนแต่ละคน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการโต้แย้งที่เข้มแข็งในระดับห้องเรียน เป็นไปตาม **ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์สังคม (Social Constructivism)** ที่อธิบายว่า องค์ความรู้เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิด การที่นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเหตุผลกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน จะช่วยให้พวกเขาได้เรียนรู้จากมุมมองที่แตกต่างกัน การรับฟังและประเมินเหตุผลของผู้อื่น ช่วยให้เกิดการพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์และการให้เหตุผลที่ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Toulmin (1958) เสนอว่าโครงสร้างของการโต้แย้งประกอบด้วยข้ออ้าง (claim) ข้อมูล (data) และหลักประกัน (warrant) การที่นักเรียนได้แสดงเหตุผลของตนเองก่อนในระดับรายบุคคล ทำให้แต่ละคนได้พัฒนาข้อกล่าวอ้างที่มีข้อมูลและหลักฐานเฉพาะตัว การสร้างข้อโต้แย้งในลักษณะนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการกระตุ้นการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้งแบบกลุ่ม ซึ่งในขั้นตอนต่อมา นักเรียนสามารถนำข้อโต้แย้งของตนมาเปรียบเทียบและประเมินกับของผู้อื่นได้

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

3.1.1 การจัดสรรเวลาในการเขียนรายงาน ควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการเขียนรายงานให้เหมาะสม เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการจัดการข้อมูลและเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการให้เหตุผลและข้อกล่าวอ้าง

3.1.2 การสนับสนุนด้านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีความแม่นยำในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผลและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาในเรื่องของการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่นักเรียนนำมาใช้ในชั้น การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นตอนการจัดกิจกรรมโต้แย้ง โดยให้นักเรียนแต่ละบุคคลมีการประเมินหลักฐานที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงความหลากหลายของหลักฐานหรือข้อมูลที่นำมาใช้







บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษา 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์  
การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช  
2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กรรณก เลิศเดชาภัทร. (2559). *ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการ  
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- กฤษฎา ทองประไพ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนา  
ทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับ  
การดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์  
เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*,  
7(1), 48-61.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *การศึกษาและพัฒนาการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์*.  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย  
กลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. *วารสาร  
มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 39 (1), 130-141.
- ณัฐวดี ปฐมมีโชค, จีระวรรณ เกษสิงห์ และ เมษะยามาศ คงเสมา. (2563). การสำรวจการสร้าง  
คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาด้าน  
สุขภาพ. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58:  
สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และ  
สังคมศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58.  
(หน้า 58-66). สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.

- ถนนอมชาติ ว., อ้นพิมพ์ อ., & จวงตระกูล จ. (2020). การนำเสนอผลการวิจัยเชิงคุณภาพ. *วารสารชุมชนวิจัยและพัฒนาสังคม*, 14(4), 1-13. <https://doi.org/10.14456/nrru-rdi.2020.61>.
- ทิศนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 17). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศพล สุวรรณพุม. (2562). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิเชษฐวงศ์ เกียรติจักร. (2559). *การวิจัยเชิงคุณภาพ*. บริษัทส. เอเชียเพรส.
- พิมพ์พันธ์ เคชชูปต์, และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์: กรณีศึกษาโรงเรียนในสังกัดสพฐ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*.
- พิมพ์ผกา คำอาจ และอรนุชวรา อัสวปติ ศรีสะอาด. (2566). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 16(3), 76-87.
- พัฒน์วงศ์ ดอกไม้. (2555). *การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ผสมผสานกับรูปแบบการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนฟิสิกส์แตกต่างกัน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิตา ชูโต. (2545). *การวิจัยเชิงคุณภาพ*. บริษัทแม่ทสพอยท์จำกัด.
- นวลจิตต์ เขาวีร์พิงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 12(1), 40-54.
- พระนิทัศน์ วงศ์วังเพิ่ม. (2563). การวิจัยเชิงคุณภาพเบื้องต้น. *วารสารบัณฑิตสาเกตปริทรรศน์*, 5(2), 11-18.
- พรทิพย์ อินทร์แสง (2560). *การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์*. *วารสารครุศาสตร์*.
- ลฎาภา สุทธกุล, และลือชา ลดาชาติ. (2556). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วราพร รัศมีจาตุรงค์, ดวงฤทัย ศรีแดง และอรพรรณ สมประสงค์. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2562, วันที่ 26 เมษายน 2562 ณ อาคารพระพิฆเนศ มหาวิทยาลัยรังสิต. (หน้า 678-701). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วิรัชยุพา ทองพัด. (2565). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุทธิดา แหวนหล่อ. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวลังคมเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุทธิพงษ์ ไส้เจริญรัตน์. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในหัวข้องานและพลังงานเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น*, 46(1), 42-55.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *สภาวะการศึกษาไทย 2561/2562 การปฏิรูปการศึกษาในยุคดิจิทัล*. สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษาสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *สภาวะการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ. 2559/2560*. บริษัทหวานกราฟิก จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- อรณิชา หงษ์เกิด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และ ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น. (2561). การพัฒนาการสร้าง  
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้  
เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์เป็นฐาน. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ครั้งที่ 56: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์  
และสังคมศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56.  
(หน้า 1-10). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- เอกภูมิ จันทระขันติ. (2559). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา  
ความรู้ที่ใช้วิธีการโต้แย้ง*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไอล์ลดา สมภาร, เมษยะมาศ คงเสมา และจิระวรรณ เกษสิงห์. (2565). การพัฒนาความสามารถใน  
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้  
แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง ในรายวิชาชีววิทยา. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน  
มหาวิทยาลัยรังสิต*, 16 (1), 33-49.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation.  
*Science Education*, 93(1), 26-55.
- Berland, L.K. and Reiser, B.J. (2011). Classroom communities' adaptation of the  
practice of scientific argumentation. *Science Education*. 95(2), 191-216.
- Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science  
studies and the learning sciences and their implication for the practices of  
Science education. *Science Education*, 92(3), 473-498.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument  
Interventions in K-12 Science Contexts. *Review of Educational Research*,  
80(3), 336-371.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2013). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for  
Research and Practice*. Sense Publishers.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). *Constructing scientific  
knowledge in the classroom*. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2020). Establishing the norms of scientific  
argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.

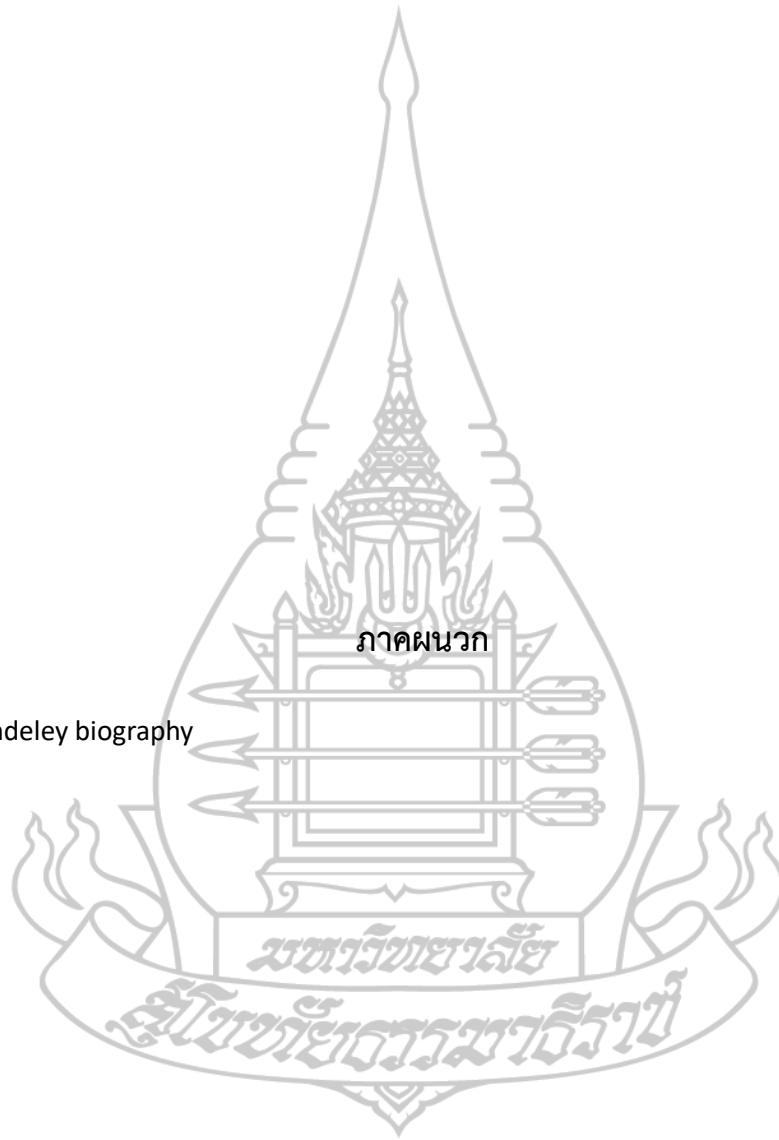
- Epriliyani, E. W., Deta, U. A., & Khoir, S. C. (2024). Argument-driven inquiry in physics education: Enhancing students' scientific argumentation abilities through a STEAM approach. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 13(3), 1-15.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2007). Argumentation in science education: An Overview. In S. Erduran and M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research*. New York: Springer.
- Farrell, J. J., Moog, R. S., & Spencer, J. N. (1999). A guided inquiry general chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 570-574.
- Foong, C. C., & Daniel, E. G. S. (2013). Students' argumentation skills across two socioscientific issues in a Confucian classroom: In transfer possible. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 2331-2355.
- Forbes, C. T., Schwarz, C., & Zangori, L. (2014). Development of an empirically-based learning performances framework for 3rd-grade students' model-based explanations about hydrologic cycling. In J. L. Polman, E. A. Kyza, D. K. O'Neill, I. Tabak, W. R. Penuel, A. S. Jurow, K. O'Connor, T. Lee, & L. D'Amico (Eds.), *Learning and becoming in practice: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2014, Volume 1* (pp. 46-53). Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.
- Hausman, L., Santucci, G., Baerenklau, K., & Land, J. (2010). *Learning in an inquiry-based environment: A comparative study of students' science learning outcomes*. Washington, DC: American Educational Research Association.
- Krejcie RV, Morgan D W. Determining sample size for research activities. *Educ Psychol Meas* 1970; 30(3): 607-610.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Equity-Centered Science Education*, 77(3), 319-337.

- Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of research in science teaching*, 22(7), 569-617.
- Lawson, A. E. (2000). Lawson classroom test of scientific reasoning. Retrieved May 2, 2019, from \_\_\_\_\_.
- \_\_\_\_\_. (2005). What is the role of induction and deduction in reasoning and scientific inquiry? *Journal of research in science teaching*, 44(7), 716-740.
- \_\_\_\_\_. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery.
- Lewis, S. E., & Lewis, J. E. (2005). Departing from lectures: An evaluation of a peer-led guided inquiry alternative. *Journal of Chemical Education*, 82(1), 135-139.
- McNeill KL, Krajcik J. Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. Paper presented at the annual meeting of the American educational research association; 2006 Apr; San Francisco, USA.
- McNeill KL, Krajcik J. Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *J Res Sci Teach* 2008; 45(1): 53-78.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2012). *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science*. Pearson Education.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Academies Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for Teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For state, By state*. Washington, D.C.: National Academy of Science; 2013.
- Oliver, J. S., Wiggins, G., & Moore, T. J. (2021). The impact of argument-driven inquiry on students' science learning and engagement in high school chemistry. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-20.

- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific Explanation and Argumentation. *Science Education*.
- Piraksa, C., Srisawasdi, N., & Koul, R. (2014). Developing a laboratory classroom environment instrument: Evaluating the psychosocial learning environment in chemistry classes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 486-491.
- Primo, M., Mazzuca, G., & Ramalho, A. (2010). Enhancing student understanding of the scientific method through inquiry-based learning. *Journal of Biological Education*, 44(3), 121-125.
- Rudd, J. A., Greenbowe, T. J., Hand, B. M., & Legg, M. J. (2007). Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general chemistry laboratory content. *Journal of Chemical Education*, 84(8), 1371-1379.
- Sadler. and L. A. Donnelly. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Science Education*, 28, 1463–1488.
- Sadler, R. (2002). Ah! ....so that's quality. In Schwartz, P., Webb, G. (Eds.), *Assessment case studies, experience, and practice from higher education education*. London: Kogan Page.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science and Education*, 88, 4–27.
- Salsabila, R., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Improving students' sustainability awareness through argument-driven inquiry. *Journal of Science Learning*, 2(2), 58. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13104>.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *Science Education*, 76, 42-47.



- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). *Scientific argument in biology: 30 classroom activities*. National Science Teacher Association.
- Stark, R., T. and Krause, U. (2009). Improving scientific argumentation skills by a problem-based learning environment: Effects of an elaboration tool and relevance of student characteristics. *Evaluation and Research in Education*. 22(1), 51-68.
- Sulistina, O., Puspitasari, H., & Sukarianingsih, D. (2021). Analysis students' scientific explanation skills using explanation driven inquiry learning on acid-base topic. *Jurnal Tadris Kimiya*, 6(1), 40-48.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walker, J. P., Sampson, V., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048-1056.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument-driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561-596.
- Walker, J. P., Sampson, V., Southerland, S., & Enderle, P. (2016). Using argument-driven inquiry to promote learning and participation in a general chemistry laboratory course. *International Journal of Science Education*, 38(2), 274-297.



ภาคผนวก

This is Mendeley biography



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

สุรินทร์วิทยาคาร

### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ นายโชติกุล รินลา  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร  
 วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร  
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ  
 - ผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)  
 - ข้าราชการครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ สาขาเคมี  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย กรุงเทพมหานคร
  
2. ชื่อ นางสาวสุชาวดี สมสำราญ  
 สถานที่ทำงาน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
 จังหวัดปทุมธานี  
 วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร  
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ  
 - ครูวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา กรุงเทพมหานคร  
 - อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัด  
 ปทุมธานี
  
3. ชื่อ นายณรงค์ชัย พงษ์ธนะ  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา  
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (เอกชีววิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ  
 - ข้าราชการครู สาขาชีววิทยา  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา  
 - นักวิชาการ STEM บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด  
 - ผู้ตรวจแบบเรียน คู่มือครู วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ  
 บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด



**ภาคผนวก ข**

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

- แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์  
(ก่อนเรียน และหลังเรียน)

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์  
(ก่อนเรียน)

เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์  
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

---

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบวัดฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวมทั้งสิ้น 48 คะแนน
3. แบบวัดแต่ละข้อ มีการกำหนดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้
  - ข้อที่ 1 ปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน
  - ข้อที่ 2 ร่างกายขาดน้ำ
  - ข้อที่ 3 ความเป็นกรด-เบสของเลือด
  - ข้อที่ 4 นักกีฬากับความเข้มข้นของ  $\text{CO}_2$
  - ข้อที่ 5 อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์
  - ข้อที่ 6 นักท่องเที่ยว
  - ข้อที่ 7 วินิจฉัยโรคจากผลเลือด
  - ข้อที่ 8 โรค COVID-19
4. แบบวัดฉบับนี้ ใช้ระยะเวลาในการทำทั้งสิ้น 60 นาที

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

ข้อที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา อ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

นายสุพจน์เป็นบุคลากรในกระทรวงสาธารณสุขได้ทำการศึกษาบุคคล จำนวน 4 คน เรื่อง ปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน ซึ่งแต่ละบุคคลมีลักษณะดังต่อไปนี้

- คนที่ 1 เพศชาย อายุ 22 ปี น้ำหนักตัว 70 kg เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย
- คนที่ 2 เพศหญิง อายุ 23 ปี น้ำหนักตัว 65 kg มีอาชีพทำงานเป็นพนักงานบัญชีของบริษัท
- คนที่ 3 เพศชาย อายุ 23 ปี น้ำหนักตัว 72 kg เป็นนักธุรกิจ เจ้าของเสื้อผ้าแบรนด์ดัง
- คนที่ 4 เพศหญิง อายุ 24 ปี น้ำหนักตัว 66 kg เป็นพนักงานแคชเชียร์ใน

ห้างสรรพสินค้า

โดยให้บุคคลดังกล่าวทั้ง 4 คน กรอกแบบสอบถาม โดยได้ข้อมูลในปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน ดังนี้

ผลการศึกษา	เวลา/ปริมาณการดื่มน้ำ (ml)			
	6.00-9.00 น.	10.00-14.00 น.	15.00-18.00 น.	19.00-22.00 น.
คนที่ 1	500	800	1,200	400
คนที่ 2	450	700	800	300
คนที่ 3	420	750	1,000	300
คนที่ 4	470	780	950	520

**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า บุคคลใดมีภาวะเสี่ยงต่อภาวะน้ำเป็นพิษ (Water intoxication) เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว

.....

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอุปนัย)

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ร่างกายขาดน้ำ” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้มีการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนประจำ ปีการศึกษา 2567 ในเวลา 12.30 น. เป็นการตรวจสอบสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในขณะที่กลุ่มนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมีจำนวน 4 คนได้รอตรวจสุขภาพ ได้มีเจ้าหน้าที่ได้สอบถามข้อมูลของนักเรียน ซึ่งปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ข้อมูลนักเรียน	ความดันเลือดในขณะนั้น	ความเข้มข้นของเลือด	ปริมาณของเหงื่อที่ออก	การเต้นของชีพจร
คนที่ 1	135/86	14.4 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า
คนที่ 2	115/79	19.1 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 3	112/77	18.5 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 4	130/84	16.8 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า

**คำถาม**

- 1) นักเรียนคิดว่า จากข้อมูลนักเรียนคนใดบ้างที่มีโอกาสเกิดภาวะร่างกายขาดน้ำ  
.....
- 2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน  
.....  
.....
- 3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงนิรนัย)  
.....  
.....  
.....



### ข้อที่ 3 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ความเป็นกรด-เบสของเลือด” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

สารละลายอินดิเคเตอร์สามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลง โดยอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะมีช่วงของการเปลี่ยนสีที่จำเพาะ (ดังตาราง) ตัวอย่างเช่น หากหยดสารที่มี  $\text{pH} < 4.0$  ลงในลิตมัส จะเปลี่ยนเป็นแดง แต่หากหยดสารที่มี  $\text{pH} > 8.0$  ลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	การเปลี่ยนสี
คองโกเรด	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง
เมทิลเรด	4.2 – 6.3	แดง – เหลือง
ลิตมัส	5.0 – 8.0	แดง – น้ำเงิน
คลีซอลเรด	7.0 – 8.8	เหลือง – แดง
ไทมอลบลู	8.0 – 9.6	เหลือง – น้ำเงิน

การออกกำลังกาย จะส่งผลให้ความเป็นกรด-เบส ของเลือดในร่างกายของเรานั้นมีการเปลี่ยนแปลง โดยเด็กชายบอลและเด็กชายบาส เป็นคนที่ชอบออกกำลังกายทั้งคู่ เมื่อทั้งสองคนออกกำลังกายเสร็จ ได้ใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ทดสอบความเป็นกรด-เบส ของเลือดในร่างกาย ได้ผลดังตาราง

เลือด	อินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ	สีที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบ
A	คลีซอลเรด	เหลือง
	เมทิลเรด	แดง
B	คองโกเรด	แดง
	ไทมอลบลู	เหลือง

#### คำถาม

1) เด็กชายบอลวิ่งมาราธอน เป็นระยะเวลา 60 นาที นักเรียนคิดว่าเลือด A, เลือด B หรือทั้งเลือด A และ B คือเลือดของเด็กชายบอลหลังจากวิ่งมาราธอนเสร็จ

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงสมมติ)

ข้อที่ 4 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “นักกีฬากับความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub>” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

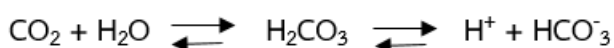
นายเอทำการศึกษานักกีฬาชาย จำนวน 3 คน ที่ออกกำลังกายแตกต่างกัน 3 ชนิด

- คนที่ 1 เดินปกติต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที
- คนที่ 2 วิ่งต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที
- คนที่ 3 เดินเร็วต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที

ทำการบันทึกข้อมูลโดยการบันทึกค่าความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ในเลือด และค่า pH ของเลือด ของนักกีฬา ทั้ง 3 คน ก่อนและหลังการออกกำลังกาย พบว่า

ผลการทดลอง	ความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> ในเลือด		ค่า pH ของเลือด	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
A	3%	6%	7.40	7.32
B	3%	7%	7.40	7.30
C	3%	8%	7.40	7.26

หากความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ในเลือดและค่า pH ของเลือด มีความสัมพันธ์กัน ดังสมการ



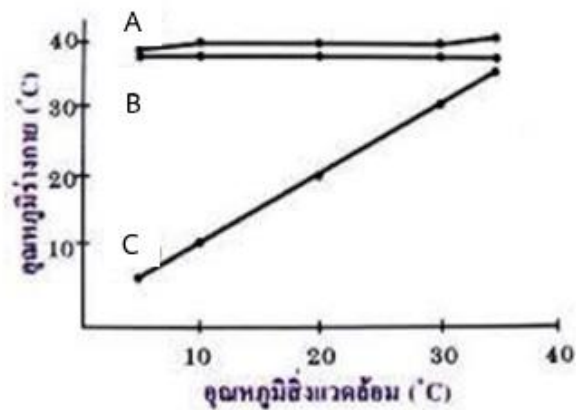
เมื่อ H<sup>+</sup> มากขึ้น เลือดจะมีคุณสมบัติเป็นกรดมากขึ้นด้วย

#### คำถาม

- 1) นักเรียนคิดว่า ผลการทดลอง C ควรจะเป็นของนักกีฬาคนใด  
.....
- 2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน  
.....  
.....
- 3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอธิบาย)  
.....  
.....

ข้อที่ 5 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

มนุษย์ใช้สมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) เป็นศูนย์กลางในการรักษาสมดุลอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิร่างกายสูงเกินไป เช่น เมื่ออยู่ในสภาพอากาศร้อน หรือเมื่อเราออกกำลังกาย ไฮโปทาลามัสจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นหลอดเลือดฝอยที่ผิวหนังให้ขยายตัว เลือดไหลเวียนที่ผิวหนังมากขึ้น ขับเหงื่อเพิ่มขึ้น และลดอัตราเมแทบอลิซึมลง เพื่อให้อุณหภูมิในร่างกายของเราลดลง ภาพด้านล่างแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิในร่างกายและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม



**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ จะมีลักษณะของเส้นกราฟเป็นแบบใดได้บ้าง

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงสมมติ নয়)

**ข้อที่ 6 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้**

กลุ่มนักท่องเที่ยว จำนวน 5 คน ได้ออกเดินทางท่องเที่ยวไปยังภูมิภาค และภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ในช่วงเดือนตุลาคม ซึ่งตอนนี้ไม่รู้เลยว่านักท่องเที่ยวแต่ละคนอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบใด โดยประเทศที่นักท่องเที่ยวเหล่านี้คาดว่าจะเดินทางไป ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ประเทศอียิปต์ ซึ่งมีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และประเทศเวียดนาม ซึ่งมีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แต่มีข้อมูลเพียงแค่ว่า นักท่องเที่ยวแต่ละคนมีการปรับตัวของร่างกายต่อ

สภาพร่างกาย	อุณหภูมิร่างกาย ณ สถานที่นั้น (C)	ลักษณะของหลอดเลือด	อัตราเมแทบอลิซึม	ลักษณะการระบายความร้อน
คนที่ 1	38.1	ขยายตัว	ลดอัตราเมแทบอลิซึม	เพิ่มการระบาย
คนที่ 2	36.5	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย
คนที่ 3	37.1	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย
คนที่ 4	37.9	ขยายตัว	ลดอัตราเมแทบอลิซึม	เพิ่มการระบาย
คนที่ 5	36.3	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย

สภาพแวดล้อม ดังตารางที่กำหนดให้ต่อไปนี้

**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า นักท่องเที่ยวคนใดบ้างที่ตอนนี้ น่าจะท่องเที่ยวอยู่ที่ประเทศอียิปต์

.....

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอุปนัย)

.....

.....

ข้อที่ 7 ให้นักเรียนศึกษา อ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ผลการตรวจเลือด” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดที่สูงขึ้นสามารถบอกลักษณะของการติดเชื้อที่แตกต่างกันได้  
ดังนี้

- เม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อแบคทีเรีย
- เม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อไวรัส
- เม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อปรสิตในร่างกาย
- เม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของโรคติดเชื้ออีบีวี (Epstein-Barr Virus Infection: EBV Infection) ซึ่งเป็นการติดเชื้อไวรัสที่ไม่มีอาการรุนแรงมากนัก
- เม็ดเลือดขาวชนิด Basophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณอาการแพ้ได้

ตารางแสดงผลการตรวจเลือดของ “นายปรีชา”

TEST NAME	RESULT	UNIT	NORMAL RANG
Complete Blood Count			
WBC	12.8	$10^3/\mu\text{l}$	N: 4.5 – 10.0
Neutrophil %	78.8	%	N: 40 - 75
Lymphocyte %	45.9	%	N: 20.0 – 50.0
Eosinophil %	10.2	%	N: 1.0 – 6.0
Basophil %	1.8	%	N: 1.0 – 2.0
Monocyte %	7.4	%	N: 2.0 – 10.0

**คำถาม**

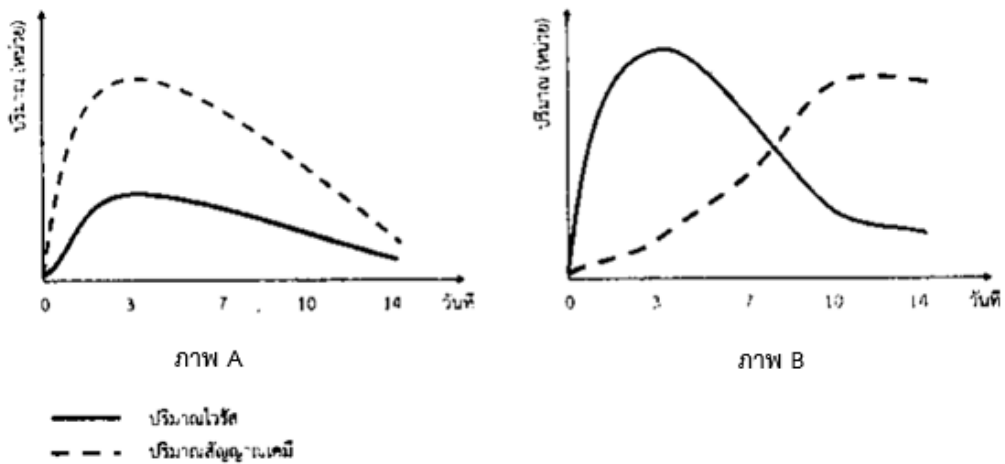
1) จากผลการตรวจเลือดของ “นายปรีชา” พบว่านายปรีชาน่าจะมีความผิดปกติป่วยเป็นโรคชนิดใดได้บ้าง ดังต่อไปนี้ โรคที่เกิดจากเชื้อบาดทะยัก โรคที่พบพยาธิภายในร่างกาย โรคใช้หวัดใหญ่

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงนิรนัย)

ข้อที่ 8 ให้นักเรียนศึกษา อ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “โรค COVID-19” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

โรค COVID-19 เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาการไข้ มีน้ำมูก เจ็บคอ และหายได้เองเช่นเดียวกับโรคไข้หวัดทั่วไป อย่างไรก็ตามผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ อาจมีอาการปอดอักเสบรุนแรงถึงเสียชีวิตได้ ภาพด้านล่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวรัส และระดับสัญญาณเคมีที่เกิดขึ้นจากการอักเสบในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน



**คำถาม**

1) หากเด็กชายสมหมาย ได้รับเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 เป็นครั้งแรกและมีอาการรุนแรง ปริมาณเชื้อไวรัส และสัญญาณเคมีภูมิคุ้มกัน น่าจะเป็นไปตามกราฟภาพใดได้บ้าง

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอธิบาย)

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์  
(หลังเรียน)

เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์  
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบวัดฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวมทั้งสิ้น 48 คะแนน
3. แบบวัดแต่ละข้อ มีการกำหนดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้
  - ข้อที่ 1 ปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน
  - ข้อที่ 2 ร่างกายขาดน้ำ
  - ข้อที่ 3 ความเป็นกรด-เบสของเลือด
  - ข้อที่ 4 นักกีฬากับความเข้มข้นของ  $\text{CO}_2$
  - ข้อที่ 5 อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์
  - ข้อที่ 6 นักท่องเที่ยว
  - ข้อที่ 7 วินิจฉัยโรคจากผลเลือด
  - ข้อที่ 8 โรค COVID-19
4. แบบวัดฉบับนี้ ใช้ระยะเวลาในการทำทั้งสิ้น 60 นาที

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อที่ 1 ให้นักเรียนศึกษา อ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

นายสุพจน์เป็นบุคลากรในกระทรวงสาธารณสุขได้ทำการศึกษาบุคคล จำนวน 4 คน เรื่อง ปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน ซึ่งแต่ละบุคคลมีลักษณะดังต่อไปนี้

- คนที่ 1 เพศชาย อายุ 22 ปี น้ำหนักตัว 70 kg เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย
- คนที่ 2 เพศหญิง อายุ 23 ปี น้ำหนักตัว 65 kg มีอาชีพทำงานเป็นพนักงานบัญชีของบริษัท
- คนที่ 3 เพศชาย อายุ 23 ปี น้ำหนักตัว 72 kg เป็นนักธุรกิจ เจ้าของเสื้อผ้าแบรนด์ดัง
- คนที่ 4 เพศหญิง อายุ 24 ปี น้ำหนักตัว 66 kg เป็นพนักงานแคชเชียร์ใน

ห้างสรรพสินค้า

โดยให้บุคคลดังกล่าวทั้ง 4 คน กรอกแบบสอบถาม โดยได้ข้อมูลในปริมาณน้ำที่ดื่มต่อวัน ดังนี้

ผลการศึกษา	เวลา/ปริมาณการดื่มน้ำ (ml)			
	6.00-9.00 น.	10.00-14.00 น.	15.00-18.00 น.	19.00-22.00 น.
คนที่ 1	500	800	1,200	400
คนที่ 2	450	700	800	300
คนที่ 3	420	750	1,000	300
คนที่ 4	470	780	950	520

**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า บุคคลใดมีภาวะเสี่ยงต่อภาวะน้ำเป็นพิษ (Water intoxication) เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว

.....

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอุปนัย)

.....

.....



ข้อที่ 2 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ร่างกายขาดน้ำ” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้มีการตรวจสุขภาพของนักเรียนประจำ ปีการศึกษา 2567 ในเวลา 12.30 น. เป็นการตรวจสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในขณะที่กลุ่มนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมีจำนวน 4 คนได้รอตรวจสุขภาพ ได้มีเจ้าหน้าที่ได้สอบถามข้อมูลของนักเรียน ซึ่งปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ข้อมูลนักเรียน	ความดันเลือดในขณะนั้น	ความเข้มข้นของเลือด	ปริมาณของเหงื่อที่ออก	การเต้นของชีพจร
คนที่ 1	135/86	14.4 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า
คนที่ 2	115/79	19.1 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 3	112/77	18.5 กรัม/dL	มาก	ชีพจรเต้นเร็ว
คนที่ 4	130/84	16.8 กรัม/dL	น้อย	ชีพจรเต้นช้า

**คำถาม**

- 1) นักเรียนคิดว่า จากข้อมูลนักเรียนคนใดบ้างที่มีโอกาสเกิดภาวะร่างกายขาดน้ำ  
.....
- 2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน  
.....  
.....
- 3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงนิรนัย)  
.....  
.....  
.....

### ข้อที่ 3 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ความเป็นกรด-เบสของเลือด” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

สารละลายอินดิเคเตอร์สามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลง โดยอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะมีช่วงของการเปลี่ยนสีที่จำเพาะ (ดังตาราง) ตัวอย่างเช่น หากหยดสารที่มี  $\text{pH} < 4.0$  ลงในลิตมัส จะเปลี่ยนเป็นแดง แต่หากหยดสารที่มี  $\text{pH} > 8.0$  ลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	การเปลี่ยนสี
คองโกเรด	3.0 – 5.0	น้ำเงิน – แดง
เมทิลเรด	4.2 – 6.3	แดง – เหลือง
ลิตมัส	5.0 – 8.0	แดง – น้ำเงิน
คลีซอลเรด	7.0 – 8.8	เหลือง – แดง
ไทมอลบลู	8.0 – 9.6	เหลือง – น้ำเงิน

การออกกำลังกาย จะส่งผลให้ความเป็นกรด-เบส ของเลือดในร่างกายของเรานั้นมีการเปลี่ยนแปลง

โดยเด็กชายบอลและเด็กชายบาส เป็นคนที่ชอบออกกำลังกายทั้งคู่ เมื่อทั้งสองคนออกกำลังกายเสร็จ ได้ใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ทดสอบความเป็นกรด-เบส ของเลือดในร่างกาย ได้ผลดังตาราง

เลือด	อินดิเคเตอร์ที่ใช้ทดสอบ	สีที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบ
A	คลีซอลเรด	เหลือง
	เมทิลเรด	แดง
B	คองโกเรด	แดง
	ไทมอลบลู	เหลือง

#### คำถาม

1) เด็กชายบอลวิ่งมาราธอน เป็นระยะเวลา 60 นาที นักเรียนคิดว่าเลือด A, เลือด B หรือทั้งเลือด A และ B คือเลือดของเด็กชายบอลหลังจากวิ่งมาราธอนเสร็จ

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงสมมติ  
นัย)

ข้อที่ 4 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “นักกีฬากับความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub>” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

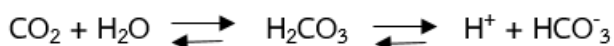
นายเอทำการศึกษานักกีฬาชาย จำนวน 3 คน ที่ออกกำลังกายแตกต่างกัน 3 ชนิด

- คนที่ 1 เดินปกติต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที
- คนที่ 2 วิ่งต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที
- คนที่ 3 เดินเร็วต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 นาที

ทำการบันทึกข้อมูลโดยการบันทึกค่าความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ในเลือด และค่า pH ของเลือด ของนักกีฬา ทั้ง 3 คน ก่อนและหลังการออกกำลังกาย พบว่า

ผลการทดลอง	ความเข้มข้นของ CO <sub>2</sub> ในเลือด		ค่า pH ของเลือด	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
A	3%	6%	7.40	7.32
B	3%	7%	7.40	7.30
C	3%	8%	7.40	7.26

หากความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ในเลือดและค่า pH ของเลือด มีความสัมพันธ์กัน ดังสมการ



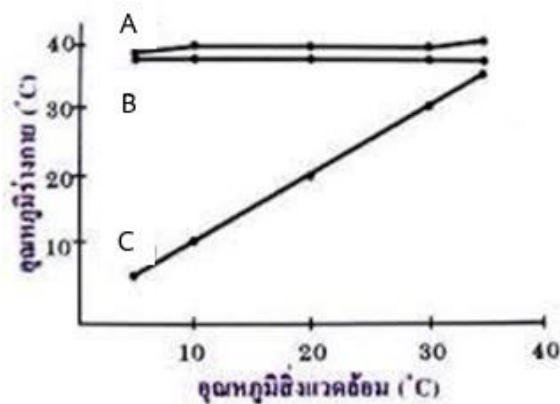
เมื่อ H<sup>+</sup> มากขึ้น เลือดจะมีคุณสมบัติเป็นกรดมากขึ้นด้วย

#### คำถาม

- 1) นักเรียนคิดว่า ผลการทดลอง C ควรจะเป็นของนักกีฬาคนใด  
.....
- 2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน  
.....  
.....
- 3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอธิบาย)  
.....  
.....

ข้อที่ 5 ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

มนุษย์ใช้สมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) เป็นศูนย์กลางในการรักษาสมดุลอุณหภูมิ เพื่อควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิร่างกายสูงเกินไป เช่น เมื่ออยู่ในสภาพอากาศร้อน หรือเมื่อเราออกกำลังกาย ไฮโปทาลามัสจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นหลอดเลือดฝอยที่ผิวหนังให้ขยายตัว เลือดไหลเวียนที่ผิวหนังมากขึ้น ขับเหงื่อเพิ่มขึ้น และลดอัตราเมแทบอลิซึมลง เพื่อให้อุณหภูมิในร่างกายของเราลดลง ภาพด้านล่างแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิในร่างกายและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม



**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ จะมีลักษณะของเส้นกราฟเป็นแบบใดได้บ้าง

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงสมมติฐาน)

**ข้อที่ 6** ให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

กลุ่มนักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว จำนวน 5 คน ได้ออกเดินทางท่องเที่ยวไปยังภูมิภาค และภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ในช่วงเดือนตุลาคม ซึ่งตอนนี้ไม่รู้เลยว่านักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวแต่ละคนอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบใด โดยประเทศที่นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวเหล่านี้คาดว่าจะเดินทางไป ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ประเทศอียิปต์ ซึ่งมีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และประเทศเวียดนาม ซึ่งมีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส แต่มีข้อมูลเพียงแค่ว่า นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวแต่ละคนมีการปรับตัวของร่างกายต่อสภาพแวดล้อม ดังตารางที่กำหนดให้ต่อไปนี้

สภาพร่างกาย	อุณหภูมิร่างกาย ณ สถานที่นั้น (C)	ลักษณะของหลอดเลือด	อัตราเมแทบอลิซึม	ลักษณะการระบายความร้อน
คนที่ 1	38.1	ขยายตัว	ลดอัตราเมแทบอลิซึม	เพิ่มการระบาย
คนที่ 2	36.5	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย
คนที่ 3	37.1	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย
คนที่ 4	37.9	ขยายตัว	ลดอัตราเมแทบอลิซึม	เพิ่มการระบาย
คนที่ 5	36.3	หดตัว	เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม	ลดการระบาย

**คำถาม**

1) นักเรียนคิดว่า นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวคนใดบ้างที่ตอนนี้ น่าจะท่องเที่ยวอยู่ที่ประเทศอียิปต์

.....

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

.....

.....

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอุปนัย)

.....

.....

ข้อที่ 7 ให้นักเรียนศึกษา อ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “ผลการตรวจเลือด” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดที่สูงขึ้นสามารถบอกลักษณะของการติดเชื้อที่แตกต่างกันได้  
ดังนี้

- เม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อแบคทีเรีย
- เม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อไวรัส
- เม็ดเลือดขาวชนิด Eosinophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของการติดเชื้อปรสิตในร่างกาย
- เม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของโรคติดเชื้ออีบีวี (Epstein-Barr Virus Infection: EBV Infection) ซึ่งเป็นการติดเชื้อไวรัสที่ไม่มีอาการรุนแรงมากนัก
- เม็ดเลือดขาวชนิด Basophil สูง แสดงให้เห็นถึงสัญญาณอาการแพ้ได้

ตารางแสดงผลการตรวจเลือดของ “นายปรีชา”

TEST NAME	RESULT	UNIT	NORMAL RANG
Complete Blood Count			
WBC	12.8	$10^3/\text{ul}$	N: 4.5 – 10.0
Neutrophil %	78.8	%	N: 40 - 75
Lymphocyte %	45.9	%	N: 20.0 – 50.0
Eosinophil %	10.2	%	N: 1.0 – 6.0
Basophil %	1.8	%	N: 1.0 – 2.0
Monocyte %	7.4	%	N: 2.0 – 10.0

**คำถาม**

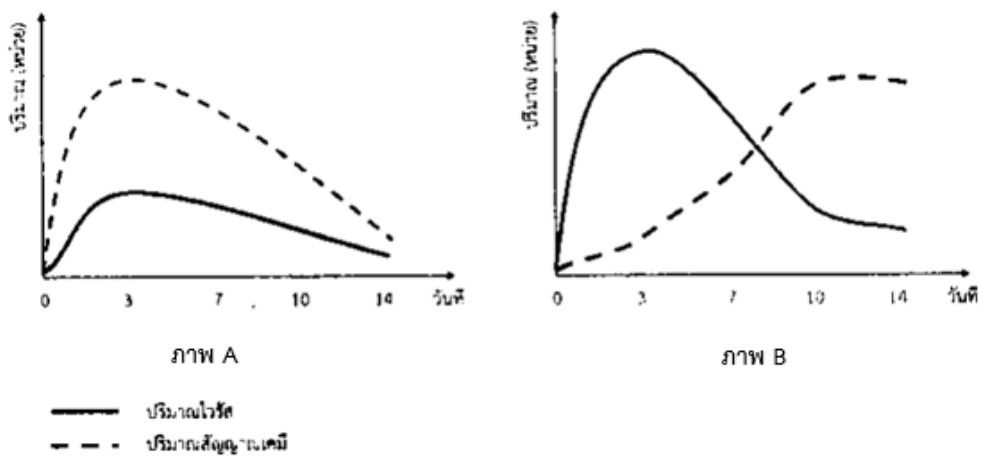
1) จากผลการตรวจเลือดของ “นายปรีชา” พบว่านายปรีชาน่าจะมีความผิดปกติป่วยเป็นโรคชนิดใดได้บ้าง ดังต่อไปนี้ โรคที่เกิดจากเชื้อบาดทะยัก โรคที่พบพยาธิภายในร่างกาย โรคใช้หวัดใหญ่

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงนิรนัย)

### ข้อที่ 8 ให้นักเรียนศึกษา อ่านข้อมูลเกี่ยวกับ “โรค COVID-19” พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

โรค COVID-19 เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาการไข้ น้ำมูก เจ็บคอ และหายได้เองเช่นเดียวกับโรคไข้หวัดทั่วไป อย่างไรก็ตามผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ อาจมีอาการปอดอักเสบรุนแรงถึงเสียชีวิตได้ ภาพด้านล่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวรัส และระดับสัญญาณเคมีที่เกิดขึ้นจากการอักเสบในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงแตกต่างกัน



#### คำถาม

1) หากเด็กชายสมหมาย ได้รับเชื้อไวรัส SAR-CoV-2 เป็นครั้งแรกและมีอาการรุนแรง ปริมาณเชื้อไวรัส และสัญญาณเคมีภูมิคุ้มกัน น่าจะเป็นไปตามกราฟภาพใดได้บ้าง

2) มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน

3) จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน (การให้เหตุผลเชิงอธิบาย)



**ภาคผนวก ค**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์
- แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง  
การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

### เรื่อง การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์

รหัสวิชา ว 31102 วิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ เวลา 4 ชั่วโมง  
 ผู้สอน นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

##### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### ตัวชี้วัด

ม.4-6/2 อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 1. ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

- 1.1 อธิบายการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้
- 1.2 สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้

##### 2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถ

- 2.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้
- 2.2 นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้
- 2.3 เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้

##### 3. ด้านคุณลักษณะ (A)

- 3.1 มีวินัย
- 3.2 ใฝ่เรียนรู้
- 3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

##### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 4.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 4.2 ความสามารถในการคิด

#### 4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

### 3. สารสำคัญ

ร่างกายของคนมีน้ำเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ จึงต้องมีการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย โดยน้ำที่อยู่ในร่างกายมีทั้งที่อยู่ในเซลล์ และหล่อเลี้ยงอยู่นอกเซลล์ ทำหน้าที่ช่วยปรับอุณหภูมิของร่างกาย ช่วยลำเลียงแก๊สและสารอาหาร รวมทั้งของเสียที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ น้ำในร่างกายจะมีการหมุนเวียนเข้าและถ่ายเทออกจากร่างกายอยู่ตลอดเวลา อาศัยอวัยวะที่สำคัญ ได้แก่ ไต

**ไต (Kidney)** เป็นอวัยวะที่มีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกายของมนุษย์ โดยทั่วไปเซลล์จะทำงานเป็นปกติในช่วง pH ที่มีสภาวะเป็นกลาง ไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง สีแดงแกมน้ำตาล มีขนาดกว้างประมาณ 6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร หนาประมาณ 3 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 150 กรัม มีตำแหน่งอยู่บริเวณช่องท้องช่วงเอวค่อนข้างด้านหลัง มี 1 คู่ โดยแยกกันอยู่ทั้งสองด้านของแนวกระดูกสันหลัง เนื้อเยื่อภายในไตจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ เนื้อเยื่อชั้นนอก ซึ่งมีสีแดงเข้ม เรียกว่า คอร์เทกซ์ (Cortex) และเนื้อเยื่อชั้นในที่มีสีอ่อนกว่า เรียกว่า เมดัลลา (Medulla) มีลักษณะเว้าเข้า เป็นตำแหน่งที่อยู่ของหน่วยไต (Nephron) และเป็นบริเวณที่มีการเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นโพรง กรวยไต (Pelvis) ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมของเสียจากกระบวนการกรองของหน่วยไต ภายในหน่วยไต ประกอบไปด้วย

**โบว์แมน แคปซูล (Bowman's Capsule)** มีลักษณะคล้ายถ้วยที่พองออกมาจากท่อของหลอดไต ภายในเต็มไปด้วยกระจุกหลอดเลือดฝอย (Glomerulus) ทำหน้าที่กรองสารต่าง ๆ ออกจากร่างกาย

**โกลเมอรูลัส (Glomerulus)** เป็นกลุ่มเส้นเลือดฝอยต่อจากเส้นเลือดแดงที่ต่อเข้ากับไต

**ท่อไตส่วนต้น (Proximal Convoluted Tubule: PCT)** เป็นส่วนแรกของระบบท่อซึ่งต่อกับโบว์แมนแคปซูล มีลักษณะคดไปมา ทำหน้าที่ดูดซึมสารที่ยังมีประโยชน์กลับสู่ของเหลว แล้วเข้าสู่กระแสเลือด

**ห่วงของเฮนเล (Henle's loop)** เป็นท่อขดเป็นห่วงคล้ายรูปตัวยู มีผนังบางมาก ยื่นเข้าไปในเนื้อไตชั้นใน (medulla) ทำหน้าที่ดูดน้ำกลับได้ดีที่สุด จึงทำให้ปริมาตรของพลาสมาที่กรองได้ลดลง แต่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ

**ท่อไตส่วนปลาย (Distal Convoluted Tubule: DCT)** เป็นส่วนอยู่ปลายสุดของระบบท่อขนาดเล็กของไต อยู่ต่อจากท่อขาขึ้นของห่วงเฮนเล มีลักษณะเหมือนหลอดไตส่วนต้น แต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ทำหน้าที่หลายอย่าง ทั้งดูดซึมน้ำ ดูดซึม และขับออกในส่วนของสารโซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม ไฮโดรเจน แอมโมเนียม ไอออน อีกทั้งช่วยขับสารพิษ และยาออกสู่น้ำกรองด้วย

**ท่อไทรรวม (Collecting tube)** เป็นท่อส่วนที่รวบรวมของเหลวซึ่งผ่านมาจากท่อไตส่วนปลาย ท่อไทรรวมหลายๆ หลอดเมื่อรวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้น จะเรียกได้อีกชื่อว่า "ท่อพาพิลลารี (Papillary duct)" ในสภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำมากเกินไปหรือขาดน้ำ จะมีผลทำให้น้ำในเลือดมีปริมาณน้อยลง เลือดจึงมีความเข้มข้นสูงขึ้น และมีความดันเลือดลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายเช่นนี้ จะทำให้สมองส่วนไฮโปทาลามัสส่งสัญญาณประสาทไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนท้ายให้หลั่งฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (ADH) หรือวาโซเพรสซิน เข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งฮอร์โมนนี้จะไปกระตุ้นท่อของหน่วยไตให้ดูดน้ำกลับเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้มีปริมาณน้ำในเลือดสูงขึ้น แต่ร่างกายจะขับน้ำปัสสาวะลดลง และปัสสาวะก็จะมี ความเข้มข้นมากขึ้น ในกรณีที่ร่างกายได้รับน้ำมาก จะมีผลทำให้น้ำในเลือดมีปริมาณมาก เลือดจึงมีความเข้มข้นลดน้อยลง และมีความดันเลือดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายเช่นนี้ จะทำให้สมองส่วนไฮโปทาลามัสยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH ของต่อมใต้สมองส่วนท้าย ทำให้ท่อของหน่วยไตดูดน้ำกลับคืนร่างกายในปริมาณที่น้อยลง จึงมีการขับน้ำออกเป็นปัสสาวะมากขึ้น

#### 4. สารการเรียนรู้

ไตเป็นอวัยวะสำคัญชนิดหนึ่งในระบบขับถ่ายไตมีหน้าที่ปรับสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายโดยไตจะทำหน้าที่กรองของเสีย และสารที่แปลกปลอมออกจากกระแสเลือด แล้วขับออกทิ้งในรูปของน้ำปัสสาวะ ในขณะที่เดียวกันไตจะควบคุมน้ำและเกลือแร่ต่าง ๆ ในร่างกายให้คงที่ไปพร้อมกัน นอกจากนี้ไตยังทำหน้าที่ขับของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหาร รวมทั้งขับสารแปลกปลอมที่รับเข้าสู่ร่างกาย

การทำงานของไตจะถูกควบคุมโดยสมองส่วนไฮโปทาลามัส ซึ่งสมองส่วนนี้จะควบคุมสมดุลของปริมาณน้ำและเกลือแร่ในเลือด หากเลือดขาดน้ำจะทำให้เลือดมีความเข้มข้นผิดปกติ ความดันเลือดจะต่ำ จึงทำให้รู้สึกกระหายน้ำ

## 5. การจัดการกระบวนการเรียนรู้

### 5.1 ชั้นบูรณาการงานและถามคำถาม

5.1.1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอจาก YouTube เรื่อง การรับน้ำ และการต็มน้ำในระหว่างการแข่งขันวิ่ง จาก [https://youtu.be/\\_VNEqjjs1Eo?si=w265x1pHY2JOgx8a](https://youtu.be/_VNEqjjs1Eo?si=w265x1pHY2JOgx8a)



1.2 ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า ทำไมต้องมีจุดบริการน้ำสำหรับนักวิ่งมาราธอน แล้วให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดการตอบคำถามแบบปากเปล่า (*แนวคำตอบ นักวิ่งเหนื่อย, นักวิ่งหิวน้ำ*)

1.3 ครูตรวจสอบประสบการณ์เดิมของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามลงในกระดาษที่ครูกำหนด ดังนี้

1.3.1 น้ำในร่างกายของมนุษย์ถูกขับออกจากร่างกายทางรูปแบบใดบ้าง (*แนวคำตอบ ปัสสาวะ*)

1.3.2 อวัยวะใดของร่างกายมนุษย์ที่มีส่วนควบคุมการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมนุษย์ (*แนวคำตอบ ไต ต่อมเหงื่อ สมองส่วนไฮโปทาลามัส*)

1.4 ครูบูรณาการงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง ต็มเครื่องต็มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย ตามขั้นตอนดังนี้

1.4.1 แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้วิธีการนับตัวเลข 1 – 5 จากนั้นใครนับหมายเลขเดียวกันจะมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยคณะนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

1.4.2 แจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “เครื่องต็มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย” ซึ่งประกอบด้วย ใบความรู้เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมนุษย์ แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง ซึ่งจะมีคำชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำทั้งหมด และมีการระบุคำถามสำคัญที่นักเรียน

แต่ละกลุ่มต้องช่วยกันหาคำตอบ สำหรับการดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป นั่นคือ “ตี๋มเครื่องตี๋มชนิดใด หลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่่สุดกับร่างกาย”

## 2. ขั้นตอนการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ปรัชษาหารือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ เป็นต้น เพื่อทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบ คำถามสำคัญว่า “ตี๋มเครื่องตี๋มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่่สุดกับร่างกาย” โดยนักเรียน จะต้องระบุข้อมูลต่อไปนี้ลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

2.1.1 คำตอบ (คำตอบของคำถามสำคัญ)

2.1.2 หลักฐานหรือข้อมูลที่น่ามาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป

2.1.3 การให้เหตุผล

2.2 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเพื่อศึกษา เรื่อง เครื่องตี๋มที่่ดีที่่สุดหลังออก กำลังกาย โดยมีเครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้แต่ละกลุ่ม ดังต่อไปนี้

2.2.1 กระจกเซลโลเฟน 2 แผ่น

2.2.2 ปีกเกอร์ ขนาด 250 ml 2 ใบ

2.2.3 น้ำหวานสีแดงผสมน้ำ/น้ำเปล่า

2.3 ให้นักเรียนสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 เมื่อเทน้ำหวานสีแดง และน้ำเปล่า บนกระจกเซลโลเฟน สังเกตความเร็ว ในการไหลผ่านของน้ำหวานสีแดง และน้ำเปล่าในปีกเกอร์

2.3.2 ปริมาณสิ่งที่เหลืออยู่ในกระจกเซลโลเฟน

2.4 ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ โดยถามคำถาม ดังนี้

2.4.1 นักเรียนคิดว่า จากการทดลอง น้ำหวานสีแดง น่าจะเป็นตัวแทนของ เครื่องตี๋มใด (แนวการตอบ: เครื่องตี๋มเกลือแร่ เช่น สปอนเซอร์)

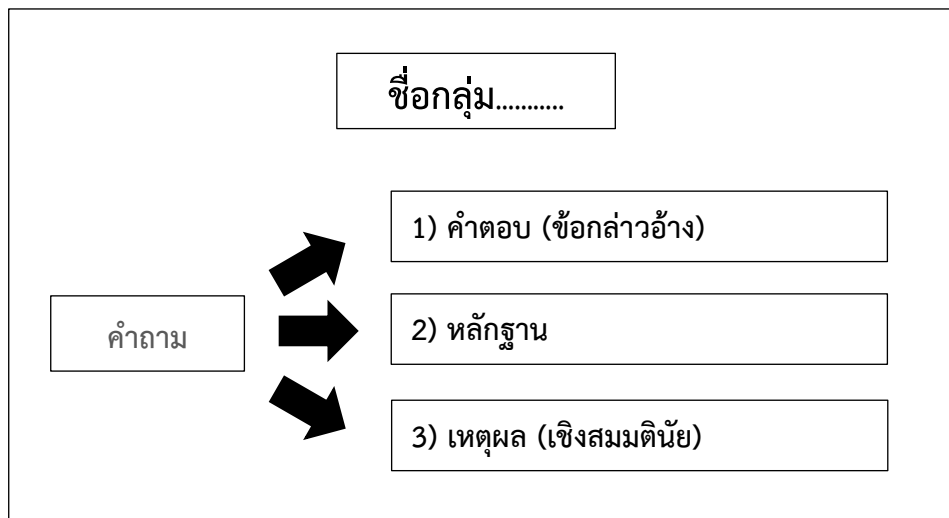
2.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและหาข้อมูลเพิ่มเติม เชื่อมโยงข้อมูล เกี่ยวกับกิจกรรมที่ศึกษาเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุใน ร่างกายมนุษย์ และบันทึกผลลงไปใใบกิจกรรมที่ 1

## 3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ทดลอง จากนั้น นำมาใช้ในการลงข้อสรุปของการสำรวจตรวจสอบ

3.2 ครูถามคำถามนักเรียนว่า “ระหว่างเครื่องตี๋มเกลือแร่น้ำเปล่า หลังจากการ ออกกำลังกาย ควรตี๋มเครื่องตี๋มชนิดใดที่่ดีที่่สุด” จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนข้อโต้แย้ง ชั่วคราว (หมายถึง คำตอบของคำถามสำคัญพร้อมคำอธิบายสนับสนุน) ของกลุ่มตนเอง ลงบน

กระดาษฟิลิปชาร์ท โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเขียนนั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) คำตอบ 2) หลักฐาน 3) การให้เหตุผล



ภาพแสดงตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราว

#### 4. ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง

4.1 จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้งสำหรับวันนี้ คือ “ระหว่างเครื่องดื่มเกลือแร่กับน้ำเปล่า หลังจากการออกกำลังกาย ควรดื่มเครื่องดื่มชนิดใดดีที่สุด”

4.1.2 ให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มละ 2 คน ออกมานำเสนอ คำอธิบายที่สร้างขึ้นโดยกำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือฟังเพื่อนนำเสนอ และโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.2 ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

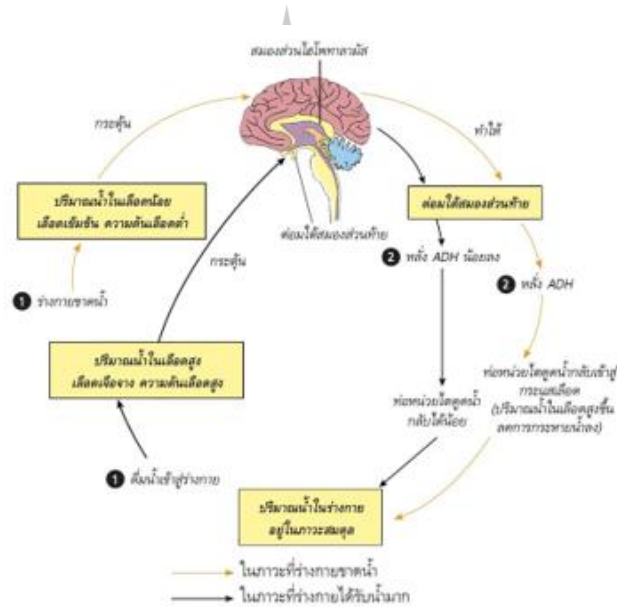
4.2.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มส่วนใหญ่เห็นตรงกัน คืออะไร

4.2.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกัน คืออะไร

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เครื่องดื่มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย ดังนี้ (แนวการตอบ: น้ำเปล่า เนื่องจาก เครื่องดื่มทั่วไปประเภทเครื่องดื่มเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ มักจะมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงทำให้เคลื่อนที่สู่กระเพาะอาหารและถูกดูดซึมได้ช้ากว่าน้ำเปล่า)

4.4 ครูถามนักเรียนว่า นอกจากเหตุผลที่ครูได้อธิบายไปแล้ว นักเรียนคิดว่ายังมีเหตุผลอื่นที่เป็นข้อสนับสนุนว่า ควรเลือกดื่มน้ำเปล่ามากกว่าเครื่องดื่มเกลือแร่หรือไม่ (แนวการตอบ: การเสียเหงื่อจากการออกกำลังกาย เป็นการเสียน้ำมากกว่าเสียเกลือแร่ในร่างกาย และไม่ได้สูญเสียแร่ธาตุจึงไม่จำเป็นต้องดื่มน้ำเกลือแร่เข้าไปทดแทน)

4.5 ครูถามนักเรียน นักเรียนคิดว่ากลไกการทำงานของสมองที่ควบคุมการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์มีกลไกอย่างไร (แนวการตอบ: ตอบโดยใช้แผนภาพการทำงานของสมอง)



4.6 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ โดยใช้สื่อ PowerPoint

### 5. ขั้นตอนการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ

5.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์

5.2 ครูนำการอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ข้อมูลที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำมาใช้ในการลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมครั้งถัดไป

### 6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

6.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งสรุปของตนเอง สำหรับปัญหาสำคัญที่ตั้งไว้ในขั้นต้นว่า “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุสุดกับร่างกาย” โดยให้นักเรียนใช้ข้อมูลและความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มาเขียนเป็นข้อสรุปตามความคิดของตนเอง พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลสนับสนุนที่เหมาะสมกับข้อสรุปนั้นลงในแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งที่ครูแจกให้นักเรียนแต่ละคน

## 7. การตรวจสอบโดยเพื่อน

7.1 ครูรวบรวมแบบบันทึกการเขียนข้อสรุปการโต้แย้งของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นแจกให้นักเรียนแต่ละคนอย่างสุ่ม พร้อมกับแจกแบบประเมินและเกณฑ์การตรวจสอบรายงานให้เท่ากับจำนวนรายงานที่แจกให้

7.2 นักเรียนแต่ละคนศึกษาเกณฑ์การตรวจสอบ และตรวจแบบบันทึกที่ได้รับโดยใช้เกณฑ์ที่ครูแจกให้

## 8. การปรับปรุงและส่งรายงาน

8.1 นักเรียนแต่ละคนคืนแบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้งคืนให้เจ้าของ

8.2 นักเรียนทุกคนพิจารณาผลการตรวจสอบแล้วให้นักเรียนแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน แล้วส่งรายงานอีกครั้งตามวันที่ครูกำหนด

## 6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมนุษย์
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “เครื่องดื่มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย”
3. แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง
4. YouTube จาก [https://youtu.be/\\_VNEqijs1Eo?si=w265x1pHY2JOgx8a](https://youtu.be/_VNEqijs1Eo?si=w265x1pHY2JOgx8a)
5. กระดาษเซลโลเฟน 2 แผ่น
6. ปีกเกอร์ ขนาด 250 ml 2 ใบ
7. น้ำหวานสีแดงผสมน้ำ
8. น้ำเปล่า
9. กระดาษฟลิปชาร์ต จำนวน 1 แผ่น/กลุ่ม
10. ปากกาเมจิก 1 แท่ง/กลุ่ม

แหล่งการเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต



## 7. การวัดผลประเมินผล

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p><b>1. ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)</b></p> <p>1.1 อธิบายการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้</p> <p>1.2 สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>- ชิ้นงานข้อโต้แย้งของนักเรียน</p>	<p>- แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>- แบบประเมินการเขียนข้อโต้แย้ง</p>	<p>- ทำได้ถูกต้องผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ขึ้นไป</p> <p>- เกณฑ์การให้คะแนนคะแนน 5-6 ดี</p> <p>คะแนน 3-4 พอใช้</p> <p>คะแนน 0-2 ปรับปรุง</p>
<p><b>2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)</b></p> <p>2.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายได้</p> <p>2.2 นำเสนอและโต้แย้งคำอธิบายเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำ แร่ธาตุในร่างกายได้</p> <p>2.3 เขียนสรุปข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำ แร่ธาตุในร่างกายได้</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>- สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการนำเสนอและอภิปราย</p> <p>- แบบบันทึกการเขียนสรุปข้อโต้แย้ง</p>	<p>- แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>- แบบประเมินการโต้แย้ง</p> <p>- แบบประเมินการเขียนข้อโต้แย้ง</p>	<p>- ทำได้ถูกต้องผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70 ขึ้นไป</p> <p>- ปฏิบัติ / ไม่ปฏิบัติ</p> <p>- เกณฑ์การให้คะแนนคะแนน 5-6 ดี</p> <p>คะแนน 3-4 พอใช้</p> <p>คะแนน 0-2 ปรับปรุง</p>
<p><b>3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</b></p> <p>3.1 มีวินัย</p> <p>3.2 ใฝ่เรียนรู้</p> <p>3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>- สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>- ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์</p>

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<b>4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน</b> 4.1 ความสามารถในการสื่อสาร 4.2 ความสามารถในการคิด 4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา	- สังเกตพฤติกรรมด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

#### 8. บันทึกผลหลังการสอน

##### สรุปผลการสอน

.....

.....

.....

##### ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

##### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ)

## ใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง “เครื่องดื่มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย”



คำถามสำคัญ “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย”

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านและปฏิบัติตามขั้นตอนของกิจกรรมดังที่ระบุไว้ด้านล่างนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ “เครื่องดื่มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย” จากใบความรู้และใบกิจกรรมที่ครูแจกให้ และให้นักเรียนตอบคำถามสำคัญที่กำหนดไว้ด้านบนว่า “ดื่มเครื่องดื่มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย”

2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้สนับสนุนคำตอบ จากการทำกิจกรรมการทดลอง และจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เช่น หนังสือเรียน หรือเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมนุษย์

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลองและการสืบค้นมาสร้าง “ข้อโต้แย้งชั่วคราว” เพื่อตอบคำถามสำคัญลงบนกระดาษฟลิปชาร์ต โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ หมายถึง สมมติฐานหรือคำตอบของคำถามสำคัญพร้อมคำอธิบายสนับสนุน ซึ่งต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักตามลำดับ ได้แก่

3.1 คำตอบ หมายถึง คำตอบของคำถามสำคัญที่กลุ่มของนักเรียนคิดว่าถูกต้อง

3.2 หลักฐาน หมายถึง หลักฐานที่ใช้สนับสนุนคำตอบ ในที่นี้คือ ข้อมูลที่นักเรียนได้จากการทดลองและการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมนุษย์

3.3 การให้เหตุผล หมายถึง คำอธิบายความสัมพันธ์ของหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบ คือคำอธิบายว่าหลักฐานหรือข้อมูลที่นักเรียนยกขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเครื่องดื่มที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย

## ใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง “เครื่องมือที่ดีที่สุดหลังออกกำลังกาย”

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

#### วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

- เพื่อทดลอง และอธิบายว่าเครื่องมือชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุุดกับร่างกาย

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองเรื่อง เครื่องมือชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุุดกับร่างกาย ตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วบันทึกผล

#### อุปกรณ์

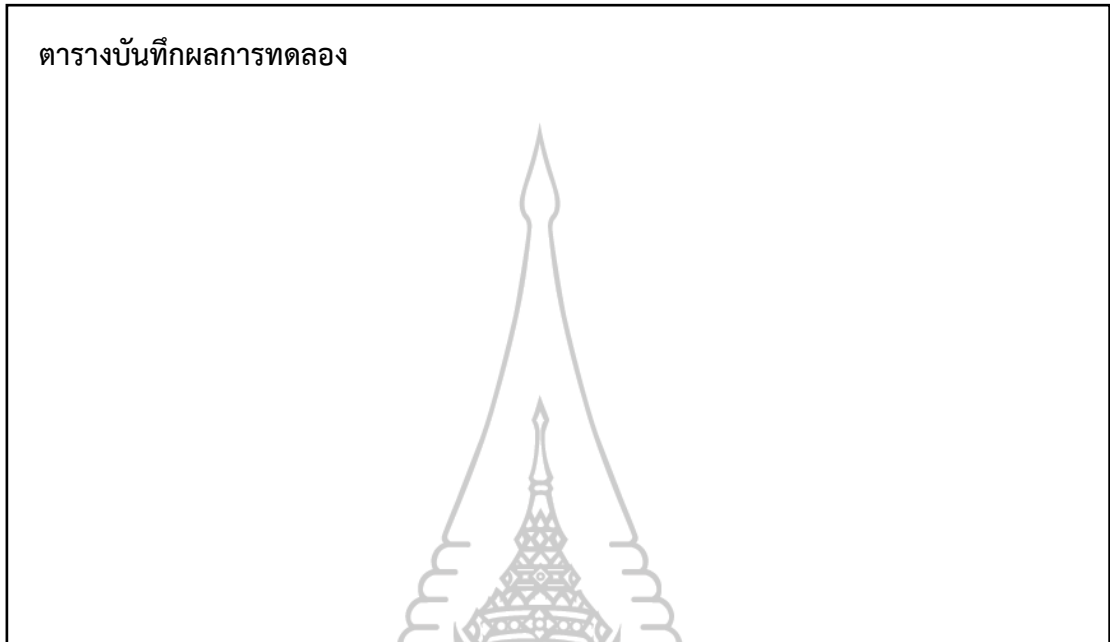
1. กระดาษเซลโลเฟน 2 แผ่น
2. ปีกเกอร์ ขนาด 250 ml 2 ใบ
3. น้ำหวานสีแดงผสมน้ำ
4. น้ำเปล่า

#### วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดาษเซลโลเฟน มาวางไว้บนปีกเกอร์แต่ละใบ
2. เทน้ำหวานสีแดงผสมน้ำลงบนกระดาษเซลโลเฟนที่อยู่บนปีกเกอร์ใบที่ 1
3. เทน้ำเปล่าลงบนกระดาษเซลโลเฟนที่อยู่บนปีกเกอร์ใบที่ 2
4. บันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น/ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง
5. ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตผลการทดลอง และเขียนบันทึกการสังเกต

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตผลการทดลอง และเขียนบันทึกการสังเกต

ตารางบันทึกผลการทดลอง



สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เรื่อง ต้มเครื่องต้มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย เขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต ที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผ่น โดยกำหนดโครงร่างของคำอธิบายดังนี้

คำถามสำคัญ.....	ชื่อกลุ่ม.....
<p><b>ข้อกล่าวอ้าง</b></p> <p>ให้นักเรียนเขียนข้อความสรุปว่า</p> <p>“ต้มเครื่องต้มชนิดใดหลังการออกกำลังกาย จะเกิดผลดีที่สุดกับร่างกาย”</p>	<p><b>หลักฐาน</b></p> <p>ให้นักเรียนเขียนตารางบันทึกผลการทดลอง</p> <p><b>การให้เหตุผล</b></p> <p>ให้นักเรียนเขียนอธิบายจากที่นักเรียนสรุป เพื่อให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใด นักเรียนจึงตอบเช่นนั้น</p>

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนเขียนคำตอบของคำถามสำคัญที่กำหนดให้ในตอนต้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมทั้งหมดมาสรุปตามความเข้าใจของนักเรียน ตามรูปแบบที่กำหนดให้ด้านล่าง

**คำถามสำคัญ**

.....

.....

**คำตอบ (คำตอบของคำถามสำคัญ)**

.....

.....

**หลักฐาน (ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับแหล่งอ้างอิง)**

.....

.....

**เหตุผล (คำอธิบายว่าหลักฐานนั้นสนับสนุนคำตอบอย่างไร)**

.....

.....

.....

.....

.....



### แบบประเมินการโต้แย้ง (รายบุคคล)

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....  
 ภาคเรียนที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พฤติกรรมที่ต้องการประเมิน	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	หมายเหตุ
<b>ด้านกระบวนการคิด</b>			
1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา			
2. มีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น			
3. แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ			
4. มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง			
5. มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง			
<b>ด้านการให้เหตุผล</b>			
6. มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้			
7. มีการใช้ทฤษฎี กฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล			
8. ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้ำหนัก โอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับ ข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง			
<b>ด้านสังคม</b>			
9. มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด			
10. มีความพยายามในการมีส่วนร่วมที่จะเสนอความคิดเห็น			

## แบบประเมินการเขียนข้อโต้แย้ง

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินขีดเครื่องหมาย / ในช่องระดับคะแนนเพื่อประเมินตามสภาพจริง

กลุ่มที่	รายการการประเมิน					
	ความถูกต้องและสมบูรณ์ของเนื้อหา			ความชัดเจนและเป็นระเบียบเรียบร้อย		
	3	2	1	3	2	1
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

### เกณฑ์ระดับคุณภาพ

5 – 6 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง

3 – 4 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลาง

2 - 0 คะแนน หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ

### เกณฑ์การผ่าน

ร้อยละ 70 ขึ้นไป

คะแนนรวม 6 คะแนน ให้ผ่าน 5 – 6 คะแนน



## เกณฑ์การให้คะแนน

### 1. ด้านความถูกต้องและสมบูรณ์ของเนื้อหา

3 หมายถึง อธิบายการเลือกเครื่องตี๋มหลังการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองว่าทำไมถึงเลือกตี๋มเครื่องตี๋มชนิดนี้หลังจากการออกกำลังกาย ได้นำเชื่อถือ และสามารถให้เหตุผลประกอบได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน

2 หมายถึง อธิบายการเลือกเครื่องตี๋มหลังการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้อง และสามารถหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองว่าทำไมถึงเลือกตี๋มเครื่องตี๋มชนิดนี้หลังจากการออกกำลังกาย ได้พอประมาณ และสามารถให้เหตุผลประกอบได้ดีพอสมควร

1 หมายถึง อธิบายการเลือกเครื่องตี๋มหลังการออกกำลังกายได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลที่หามาเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองว่าทำไมถึงเลือกตี๋มเครื่องตี๋มชนิดนี้หลังจากการออกกำลังกาย ไม่สมเหตุสมผล และยังไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้

### 2. ความชัดเจนและความเป็นระเบียบเรียบร้อย

3 หมายถึง เขียนงานด้วยลายมือที่อ่านได้ง่าย อธิบายได้อย่างชัดเจน สะกดคำได้ถูกต้อง ครบถ้วน และมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

2 หมายถึง เขียนงานด้วยลายมือที่อ่านได้ง่าย อธิบายได้อย่างชัดเจน มีสะกดคำผิดบ้างเล็กน้อย และทำงานค่อนข้างเป็นระเบียบ

1 หมายถึง เขียนงานด้วยลายมือที่อ่านได้ยาก อธิบายไม่ชัดเจน สะกดคำผิดเยอะ และงานไม่ค่อยเป็นระเบียบ



## แบบประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**หัวข้อการประเมิน :** นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง “การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายมนุษย์”

เลขที่	รายการการประเมิน / ระดับคะแนน												รวม	ผลการประเมิน
	ข้อกล่าวอ้าง (Claim)				หลักฐาน (Evidence)				การให้เหตุผล (Reasoning)					
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ)

ครูผู้สอน

## เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบของ การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความสามารถ ในการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	3	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และมีความชัดเจน
	2	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ (คำตอบกำกวม)
	1	แสดงความคิดเห็นแต่เพียงบนประเด็นนอกขอบเขตของประเด็นที่กำลังพิจารณา
	0	แสดงความคิดเห็น แต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา/ไม่ตอบ
หลักฐาน (Evidence)	3	แสดงหลักฐานสนับสนุนได้ 2 หลักฐาน และหลักฐานมีแหล่งข้อมูลที่ชัดเจน
	2	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือมากขึ้นหรือรวมทั้งประสบการณ์
	1	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก
	0	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน/ไม่ตอบคำถาม
การให้เหตุผล (Reasoning)	3	ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนข้ออ้างของตน 2 เหตุผล
	2	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบร่วมกับให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ 1 เหตุผล
	1	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบเท่านั้น
	0	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....



## แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

**คำชี้แจง** ครูประเมินพฤติกรรมนักเรียนโดยให้คะแนนในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่กำหนด

เลขที่	รายการการประเมิน / ระดับคะแนน												รวม	ผลการประเมิน	
	ความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม				ความมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม				ใฝ่เรียนรู้						
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0			
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ)

ครูผู้สอน

## เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	3	2	1	0
1) มีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม	ไม่เล่นโทรศัพท์และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมตลอดทั้งคาบเรียน	เล่นโทรศัพท์ 1 ครั้ง และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม	เล่นโทรศัพท์ ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม	ไม่สนใจในการปฏิบัติกิจกรรม
2) ความมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตลอดทั้งคาบเรียน มีการแสดงความคิดเห็น ช่วยเพื่อนทำงานจนงานสำเร็จทันเวลา	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็น ช่วยเพื่อนทำงาน แต่งานไม่สำเร็จทันเวลา (ช้าเกิน 5 นาที)	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็น แต่ไม่ช่วยเพื่อนทำงาน	ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม
3) ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน กระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ สนใจซักถามปัญหาข้อสงสัยทุกครั้ง	ตั้งใจเรียนและกระตือรือร้นในบางครั้ง สนใจซักถามปัญหาข้อสงสัยในบางครั้ง	ไม่ค่อยตั้งใจเรียน และขาดความกระตือรือร้น สนใจซักถามปัญหาข้อสงสัยในบางครั้ง	ไม่ตั้งใจเรียน และขาดความกระตือรือร้น ไม่สนใจซักถามปัญหาข้อสงสัย

**หมายเหตุ** เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 9 คะแนน, ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน 8 – 9 คะแนน

หมายถึง ดีมาก

คะแนน 5 – 7 คะแนน

หมายถึง ดี

คะแนน 3 – 4 คะแนน

หมายถึง พอใช้

คะแนน 0 – 2 คะแนน

หมายถึง ปรับปรุง

### แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน

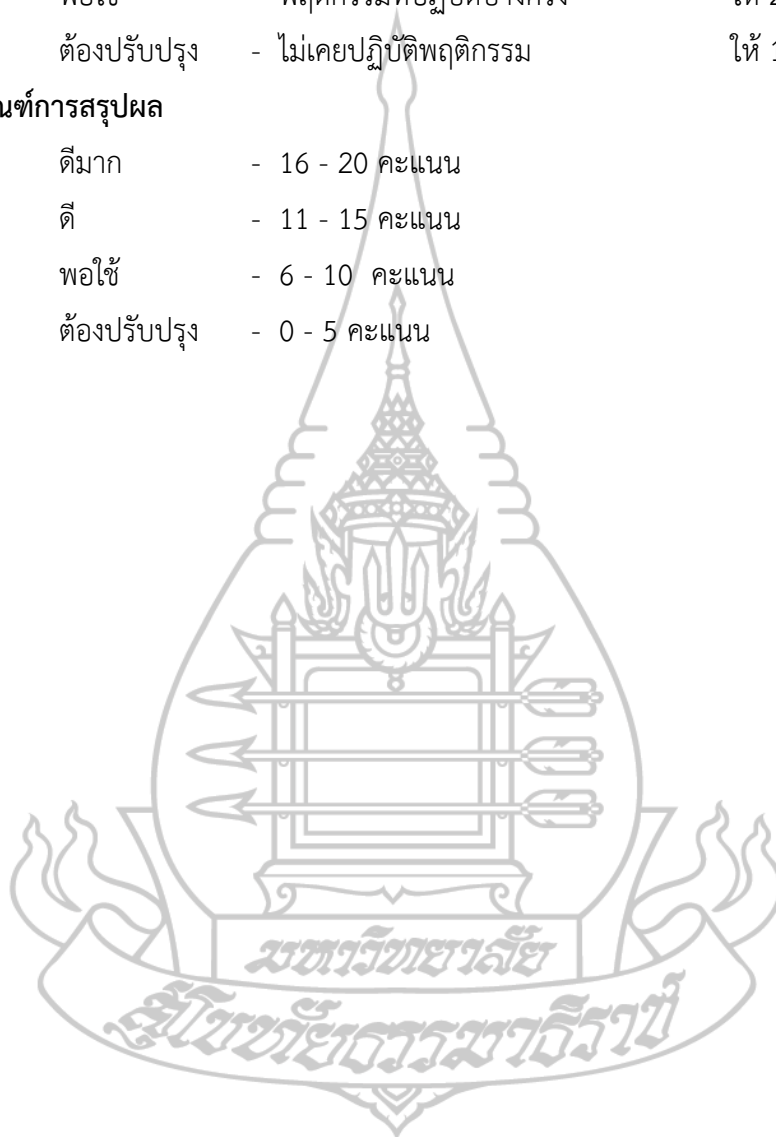
สมรรถนะ ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
		ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความ สามารถ ในการ สื่อสาร	1.1 มีความสามารถในการรับ-ส่งสาร				
	1.2 มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	1.3 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ				
	1.4 เจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้ง ต่างๆ				
	1.5 เลือกรับและไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยเหตุผล				
	<b>สรุปผลการประเมิน</b>	รวม ..... คะแนน ระดับ .....			
2. ความ สามารถ ในการคิด	2.1 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์				
	2.2 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์				
	2.3 สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ				
	2.4 มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้				
	2.5 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้อย่างเหมาะสม				
	<b>สรุปผลการประเมิน</b>	รวม ..... คะแนน ระดับ .....			
3. ความ สามารถ ในการ แก้ปัญหา	3.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้				
	3.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
	3.3 เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในสังคม				
	3.4 แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการ ป้องกันและแก้ไขปัญหา				
	3.5 สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				
	<b>สรุปผลการประเมิน</b>	รวม ..... คะแนน ระดับ .....			

## เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ต้องปรับปรุง	- ไม่เคยปฏิบัติพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

## เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	- 16 - 20 คะแนน
ดี	- 11 - 15 คะแนน
พอใช้	- 6 - 10 คะแนน
ต้องปรับปรุง	- 0 - 5 คะแนน





## ภาคผนวก ง

### คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
- ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน-หลังเรียน
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน-หลังเรียน

### คุณภาพภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
<b>1</b>	<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5.00
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4	4	5	4.33
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.73</b>
<b>2</b>	<b>กระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
	2.1 สถานการณ์หรือบริบทการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง ครอบคลุมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม	4	4	5	4.33

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
	ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	4	4	5	4.33
	ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	5	4	4	4.33
	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบโดยเพื่อน	5	4	4	4.33
	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	5	5	5	5.00
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	4	5	5	4.67
	2.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.74</b>
<b>3</b>	<b>สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้</b>				
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>4</b>	<b>การวัดและประเมินผล</b>				
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>				<b>4.70</b>

ตาราง แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
<b>1</b>	<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	4	5	4.67
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4	4	5	4.33
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.60</b>
<b>2</b>	<b>กระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
	2.1 สถานการณ์หรือบริบทการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง ครอบคลุมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67
	ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม	5	4	5	4.67
	ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	5	4	5	4.67
	ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	5	4	5	4.67

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	5	4.67
	ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	5	4	4	4.33
	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบโดยเพื่อน	5	4	4	4.33
	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	5	5	5	5.00
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	4	5	5	4.67
	2.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.74</b>
<b>3</b>	<b>สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้</b>				
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>4</b>	<b>การวัดและประเมินผล</b>				
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>				<b>4.67</b>

ตาราง แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
<b>1</b>	<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.00	5.00	5.00	4.67
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.00	5.00	5.00	4.67
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	4.00	4.00	5.00	4.33
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4.00	4.00	5.00	4.33
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.53</b>
<b>2</b>	<b>กระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
	2.1 สถานการณ์หรือบริบทการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง ครอบคลุมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม	5	5	5	5.00
	<sup>ขั้นที่</sup> 2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	4	5	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	5	5	4.67

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	4	5	5	4.67
	ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	4	4	4	4.00
	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบโดยเพื่อน	4	5	4	4.33
	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	4	5	5	4.67
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	4	5	5	4.67
	2.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>3</b>	<b>สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้</b>				
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>4</b>	<b>การวัดและประเมินผล</b>				
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>				<b>4.64</b>

ตาราง แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
<b>1</b>	<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	4	5	5	4.67
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>2</b>	<b>กระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
	2.1 สถานการณ์หรือบริบทการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง ครอบคลุมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม	4	4	5	4.33
	<sup>ขั้นที่</sup> 2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	4	4	5	4.33
	<sup>ขั้นที่</sup> 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	4	4	5	4.33



ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	4	4	5	4.33
	ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	4	4	4	4.00
	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบโดยเพื่อน	4	4	4	4.00
	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	4	5	5	4.67
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	4	5	5	4.67
	2.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.55</b>
<b>3</b>	<b>สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้</b>				
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.00
	<b>รวม</b>				<b>4.33</b>
<b>4</b>	<b>การวัดและประเมินผล</b>				
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>				<b>4.56</b>

ตาราง แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
<b>1</b>	<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>				
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	4	5	5	4.67
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5.00
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.73</b>
<b>2</b>	<b>กระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
	2.1 สถานการณ์หรือบริบทการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง ครบคลุมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของแผนการจัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	5	5	5.00
	<sup>ขั้นที่</sup> 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม	5	4	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 2 การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	5	4	5	4.67
	<sup>ขั้นที่</sup> 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	5	4	5	4.67

ข้อ	รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	5	4	5	4.67
	ขั้นที่ 5 การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ	5	5	5	5.00
	ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	5	4	4	4.33
	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบโดยเพื่อน	4	4	4	4.00
	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	5	5	5	5.00
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00
	2.5 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	4	5	5	4.67
	2.6 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00
	<b>รวม</b>				<b>4.71</b>
<b>3</b>	<b>สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้</b>				
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.67
	<b>รวม</b>				<b>4.67</b>
<b>4</b>	<b>การวัดและประเมินผล</b>				
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องต่อผลการเรียนรู้	4.00	4.00	5.00	4.33
	<b>รวม</b>				<b>4.33</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>				<b>4.61</b>

ตาราง แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบ	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ข้อกล่าวอ้าง	1.1 ความสามารถในการระบุ ข้อความ คำบรรยาย หรือประโยค ที่ใช้อธิบาย โดยเชื่อมโยงเนื้อหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5.00	4.00	5.00	4.67	มากที่สุด
	1.2 คำถามที่มีลักษณะเป็น สถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับ หัวข้อเรื่องที่กำหนดให้นักเรียน สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2. หลักฐาน	2.1 มีขั้นตอนแสวงหาคำตอบจาก ข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานเชิง ประจักษ์พยานอย่างเหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
	2.2 เลือกวิธีการดำเนินการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความ เหมาะสม	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
3. การให้เหตุผล	3.1 สามารถให้เหตุผลบนพื้นฐาน ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม					4.67	มากที่สุด

ตาราง แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	ตัวบ่งชี้	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. การให้ เหตุผลเชิง สมมติฐาน	1.1 สร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์ หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
	1.2 คาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาได้เหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2. การให้ เหตุผลเชิง อธิบาย	2.1 เข้าใจถึงปัญหาและอธิบายข้อเท็จจริง จากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้อย่าง เหมาะสม	5.00	5.00	5.00	4.83	มากที่สุด
	2.2 สามารถประเมินค่าการอธิบายทางเลือก ที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
3. การให้ เหตุผลเชิง นิรนัย	3.1 สร้างการสำรวจตรวจสอบที่มีความ น่าเชื่อถือขึ้น โดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน ได้อย่างเหมาะสม	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
	3.2 สามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูล ใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบ มี ความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
4. การให้ เหตุผลเชิง อุปนัย	4.1 สามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>					<b>4.74</b>	<b>มากที่สุด</b>

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00



ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00



ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการ  
จำแนกเป็นรายชื่อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.63
2	0.50	0.50
3	1.00	0.88
4	0.88	0.88
5	0.50	0.50
6	0.75	0.75
7	0.75	0.75
8	0.75	0.75

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการ  
จำแนกเป็นรายชื่อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.50
2	0.50	0.63
3	0.75	0.88
4	0.88	0.88
5	0.50	0.50
6	0.50	0.75
7	0.50	0.63
8	0.75	0.75



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายภูรี สิริเถลิงเกียรติ
วัน เดือน ปี เกิด	22 เมษายน 2535
สถานที่เกิด	อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ (คศ.2)

