

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
กรกฎาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" เห็นเห็นสมควรรับเป็นหนึ่งในการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอนของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(ดร.อังคณา อ่อนธานี)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริณา กิจเกื้อกุล)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

กรกฎาคม 2561



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย ที่ได้อุทิศส่วสละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรึกษา พร้อมทั้งให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น เสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นอย่างดี จนทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณนายชวฤทธิ์ พันธุ์เหล็ก ผู้อำนวยการโรงเรียนไทรน้อยวิทยาคมที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการทำวิจัยและรวบรวมข้อมูล ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรน้อยวิทยาคม ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้กิจกรรมเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

สมฤทัย ปู่ย่า

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
ผู้ศึกษาค้นคว้า	สมฤทัย บุษยา
ที่ปรึกษา	ดร.อังคณา อ่อนธานี
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2560
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้, รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT, เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH), การคิดอย่างมีวิจารณญาณ



การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ โดย 2.1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน 2.2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ดำเนินการวิจัยโดยประยุกต์ตามหลักการของระเบียบวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มี 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ สร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลา แล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองภาคสนาม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 31 คน เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน ใช้

แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 2) แบบบันทึกภาคสนาม 3) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ t-test แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent sample)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนคือ 1) กระตุ้นความสนใจ 2) สะท้อนประสบการณ์ 3) สร้างความคิดรวบยอด 4) เสริมองค์ความรู้ 5) ลงมือปฏิบัติ 6) อธิบายแนวคิด 7) ตรวจสอบความรู้ 8) สรุปความรู้และเชื่อมโยง โดยมีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.75) ความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57) และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.52

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

2.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยนักเรียนสามารถเขียนสรุปความคิดรวบยอดเป็นของตนเองได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และพิจารณาตัดสินข้อมูลได้

Title A DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BY USING 4MAT WITH SCIENCE WRITING HEURISTIC APPROACH TO PROMOTE CRITICAL THINKING ON " HOMEOSTASIS OF ORGINISM" FOR GRADE X STUDENTS

Authors Somruetai Pooya

Advisor Angkana Onthanee, Ph.D.

Academic Paper Independent study M.Ed.in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2017

Keywords activities, 4MAT, science writing heuristic (SWH) learning activities, critical thinking



ABSTRACT

The purpose of this research were 1) to construct and evaluate the Effectiveness Index of using 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activities 2) to study the result of using 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activities 2.1) to compare the critical thinking by using 4MAT with science writing heuristic (SWH) 2.2) to study the result of teaching by using 4MAT with science writing heuristic (SWH). Steps of research and development were as follows:

Step 1: 4MAT with science writing heuristic (SWH) was constructed and certified the learning activities, manual activities by five experts then tried out the appropriateness of language, content, and time by 3 students of grade X at Nemsard Phittayakom school under the office of the Secomdary Education Service Area 39 in the second semester of academic year 2017. After the learning activities was revised, it was tried out with 31 students of grade X at Wangprong Phitthayakom School under the office of the Secomdary Education Service Area 39 in the second semester of academic year 2017 to evaluate the Effectiveness Index.

Step 2: The 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activities was implemented by the sample group of 38 grade X students at Saiyoi Phitthayakom School in the first semester of academic year 2018. One Group pretest - posttest Design was used

in this research. The tools of this research were 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activities and manual activities, the field notes, and critical thinking test. The data was analysed by mean, standard deviation and T-test dependent sample.

The result of the study:

1. 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activity had 8 teaching steps; to stimulate attention, to reflect on experience, to create a concept, to enhance knowledge, to do an experiment, to explain a concept, to check students knowledge, and to the knowledge summary. The result of learning activities had appropriate and high quality ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.75). The manual learning activities had appropriate and highest quality ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57). The Effectiveness Index was at 0.52

2. The result of using 4MAT with science writing heuristic (SWH) learning activities were as follows:

2.1 Compare of critical thinking using t-test indicated that students had critical thinking after learning higher than that before that learning at the .05 level of significance.

2.2 The students had the ability of critical thinking during the study. Students could summarise the knowledge on the base scientific principles by searching for and considering information from reliable source.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
	สมมติฐานของการวิจัย.....	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
	หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้.....	11
	กิจกรรมการเรียนรู้.....	29
	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT.....	36
	การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH).....	43
	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียน ทางวิทยาศาสตร์ (SWH).....	47
	การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	54
	การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	66
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	74
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	78
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH).....	78

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	94
4 ผลการวิจัย.....	108
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	109
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	120
5 บทสรุป.....	133
สรุปผลการวิจัย.....	134
อภิปรายผลการวิจัย.....	136
ข้อเสนอแนะ.....	145
บรรณานุกรม.....	146



241

ศาสตราจารย์พิเศษ

151

ศาสตราจารย์

๗๗

๗๗

ศาสตราจารย์ (๒๒)

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	16
2 แสดงโครงสร้างรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	28
3 แสดงข้อแตกต่างระหว่างการเขียนบันทึกผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และการเขียน แบบบันทึกผลการทดลองแบบปกติ.....	45
4 แสดงเกณฑ์การประเมินคุณภาพแบบบันทึกผลการทดลอง ตามแนวทาง (SWH).....	46
5 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH).....	48
6 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	65
7 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต.....	80
8 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH).....	85
9 แสดงโครงร่างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	95
10 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	98
11 แสดงแบบแผนการวิจัย.....	102
12 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพ ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	111
13 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4.....	113
14 แสดงผลการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทาง วิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียน 3 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง.....	118
15 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	119
16 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	120
17 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	164
18 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพ ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	168

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
19 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจรรณญาณกับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน.....	199
20 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (Cronbrach) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต.....	205
21 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	208
22 แสดงผลคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณระหว่างก่อน และหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน.....	210
23 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยการทดสอบค่าที่ แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent).....	212

สารบัญญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	73
2 นักเรียนเขียนความรู้เดิมของตนเอง.....	124
3 นักเรียนเขียนความคิดรวบยอดเป็นของตนเอง และการสืบค้นข้อมูล.....	125
4 ผลงานการเขียนบันทึกเพิ่มเติมของนักเรียน.....	126
5 การทดลองของนักเรียนและแบบบันทึกการทดลองตามเทคนิคการเขียน ทางวิทยาศาสตร์ (SWH).....	128
6 ผลงานนักเรียนที่เขียนอธิบายแนวคิดของตนเอง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด.....	129
7 การนำเสนอผลการทดลองของนักเรียนหน้าชั้นเรียน และการวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน.....	131



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ และสมรรถนะที่สำคัญอีกหนึ่งสมรรถนะคือความสามารถในการคิด ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, หน้า 6) เป้าหมายด้านคุณภาพของผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนต้องมีความสามารถในการคิด (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, หน้า 92)

รากฐานสำคัญของการศึกษาที่แท้จริงคือการสอนให้คนรู้จักคิดและคิดเป็น และการคิดที่สำคัญคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ซึ่งถือเป็นกรอบการคิดที่สำคัญและยอมรับกันอย่างกว้างขวางในการที่จะช่วยให้เราปรับตัวและรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความซับซ้อนมากขึ้น (บรราวน์ อมรชิววัน, 2556, หน้า 1) ในปัจจุบันทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญอย่างมากต่อเศรษฐกิจฐานความรู้ใหม่ ซึ่งความรู้เศรษฐกิจระดับโลกล้วนขับเคลื่อนด้วยสารสนเทศและเทคโนโลยี การที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เศรษฐกิจโลกใหม่นับว่ามีความต้องการเพิ่มขึ้นในเรื่องของทักษะทางปัญญาที่มีความยืดหยุ่นและมีความสามารถในการวิเคราะห์และบูรณาการข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆในการช่วยแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในยุคที่สังคมมีแหล่งข้อมูลข่าวสารมากมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นในชีวิตประจำวันที่ครูผู้สอนจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะการคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการคิดที่มีเหตุผล พิจารณา

ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์ หลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่ถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือก สิ่งใดควรทำ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในยุคที่สังคมมีแหล่งข้อมูลข่าวสารมากมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นในชีวิตประจำวันที่ครูผู้สอนจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งเป็นการคิดระดับสูงควบคู่ไปกับบทเรียนในชั้นเรียน เพราะกระบวนการคิดของมนุษย์นับได้ว่าเป็นกระบวนการทำงานของสมองที่มีกลไกละเอียดอ่อนและซับซ้อน ถือเป็นทักษะที่สำคัญที่ต้องอาศัยศักยภาพของสมองที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (บรรจง อมรชิวิน, 2556, หน้า 16-19)

จากสภาพการณ์ในปัจจุบันโลกเข้าสู่สังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นโลกแห่งการติดต่อสื่อสารทางเทคโนโลยี การดำรงชีวิตของคนในยุคนี้จำเป็นต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ แยกแยะ ข้อมูลข่าวสารที่ได้รับและสามารถปรับตัวให้เข้ากับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาถือว่าเป็นรากฐานของการเตรียมความพร้อมในการออกไปดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 การฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นอีกหนึ่งทักษะที่มีความสำคัญต่อการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 นี้ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามแผนการศึกษาชาติฉบับที่ 12 ได้มุ่งเน้นการสร้างความรู้และความเข้าใจในเชิงลึกมากกว่าการสร้างความรู้แบบผิวเผิน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ต้องออกแบบให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อนในเชิงการอภิปรายกลุ่ม ตั้งแต่คำถามอย่างรู้ สมมติฐานคำตอบ เพื่อช่วยกันสืบค้นทฤษฎีความรู้ที่มีแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้มาอภิปรายสนับสนุน หรือโต้แย้งยืนยันคำตอบที่เป็นจริง รวมถึงการใช้ทฤษฎีความรู้สร้างกระบวนการทดลอง หรือปฏิบัติเพื่อพัฒนาชิ้นงาน ผลงาน หรือนวัตกรรม ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการเข้าถึงสารสนเทศและพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และเข้าใจเชิงลึกมากกว่าการบอกเล่าเรื่องราวให้นักเรียนจดจำ (สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย, หน้า 18, 2558)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี พ.ศ.2559 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 33.40 และในระดับเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 39 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 33.55 โดยคะแนนเฉลี่ยของสาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต มีค่าเฉลี่ยในระดับประเทศอยู่ที่ 34.52 โดยคะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา

เขต 39 อยู่ที่ 34.72 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่ทุกโรงเรียนต้องเร่งพัฒนา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559)

สาเหตุที่ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐานมีคะแนนต่ำ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากผู้เรียนยังขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ขาดความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่เรียน เนื่องมาจากสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่พบว่าผู้เรียนยังไม่สามารถนำเอาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาใช้หาเหตุผล หรือตอบปัญหาต่างๆได้ด้วยตนเอง ที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนและจากการทดลอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน จนสามารถสร้างองค์ความรู้และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่การที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวตัวแปรหนึ่งที่สำคัญคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการสอนในชั้นเรียน (เตชทัต เรืองธรรม, 2559, หน้า 7) ในยุคสมัยที่การทำแบบทดสอบมาตรฐาน เช่น O-NET PAT GAT หรือ PISA เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินคุณภาพของครู ผู้บริหารโรงเรียนและหน่วยงานด้านการศึกษาต่างๆแนวทางปฏิบัติที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนคือ การจัดการสอนแบบบรรยายเพื่อพยายามครอบคลุมเนื้อหาที่จะมีในข้อสอบให้ครบ แล้วฝึกฝนให้นักเรียนทำข้อสอบ ในระยะสั้นผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวอาจเป็นที่น่าพอใจ แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นในระยะยาวและสมรรถนะของกำลังคนที่เป็นที่ต้องการในสภาพเศรษฐกิจปัจจุบันและอนาคต แนวทางดังกล่าวอาจเป็นวิธีการที่ไม่สอดคล้องกัน (รักษพล รัตนวงษ์, 2558, หน้า 13)

ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีการแก้ไข โดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถ้าเข้าใจวิธีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีประสิทธิภาพของสมอง ก็จะสามารถจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพด้วยรูปแบบที่หลากหลายเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ 4MAT เป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดเป็นหลัก เป็นการจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559, หน้า 385) เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กิจกรรมบางช่วงจะตอบสนองให้ผู้เรียนแต่ละแบบมีความสุขในการเรียนในช่วงกิจกรรมที่ตนเองถนัด และรู้สึกท้าทายในช่วงที่ผู้เรียนถนัด รวมไปถึงเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science writing heuristic : SWH) ที่ให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและ

ความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทั้งการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT และเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยมองเห็นความสำคัญและสภาพปัญหาของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตการวิจัยโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการของกระบวนการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตในแต่ละ

ขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมและคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้กำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้ดังนี้

1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา ในสาขาหลักสูตรและการสอน และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน

1.2 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา ในคณะศึกษาศาสตร์ สาขาชีววิทยา และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน

1.3 เป็นครูวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ที่สอนวิชาชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นทดลองกลุ่มย่อย ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 โรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม จำนวน 3 คน แบ่งนักเรียนที่เป็นนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เวลา และสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 การทดลองภาคสนาม ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน 31 คน เพื่อพิจารณาหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่

ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยมีทั้งหมด 5 เรื่อง คือ 1) การลำเลียงสารผ่านเซลล์ 2) กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช 3) กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย 4) การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย 5) ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมและคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม จำนวน 38 คน 1 ห้องเรียนโดยการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยสอนวิชาชีววิทยาพื้นฐานอยู่แล้ว

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจ

หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ตัวแปรตาม ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิม เพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์

เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด

เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้

เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สํารวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ

เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนาก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด

เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้

เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง

เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน อภิปรายขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดระดับสูงที่มีการพิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องราว หรือสถานการณ์ใดๆ อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อมูล หลักฐาน ข้อเท็จจริงที่น่าเชื่อถือและประสบการณ์เดิมของตน เพื่อพิจารณาตัดสินในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยมีพื้นฐานความคิดอยู่บนเหตุผลและความถูกต้อง ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมุติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล และ 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล สามารถวัดได้จากคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

4. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินมาตราประมาณค่า โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00

สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิचारณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

- 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 1.3 ตัวชี้วัดขั้นและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
- 1.4 คำอธิบายรายวิชา
- 1.5 โครงสร้างรายวิชา

2. กิจกรรมการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.3 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.4 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.5 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.6 การหาค่าดัชนีประสิทธิผล

3. การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

- 3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
- 3.2 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
- 3.3 แนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT
- 3.4 ขั้นตอนการสอนแบบ 4MAT

4. การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

- 4.1 การเขียนทางวิทยาศาสตร์

4.2 การประเมินคุณภาพแบบบันทึกผลการทดลองตามแนวทาง SWH

5. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

5.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

6.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.2 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.4 ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.5 การวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 92) ไว้ดังนี้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ

การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณีสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่ เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, หน้า 92) ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว.1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว.1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี

ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักธรรมชาติของเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่ถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายนอกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ ทัศนฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี่ และเอกภพ การ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิต วิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและ มาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 98-99) ไว้ดังนี้

- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของ สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- เข้าใจกระบวนการความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

- เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การผลิตแก๊สที่ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่น คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแกมมารังสี และพลังงานนิวเคลียร์

- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจการเกิดวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหา หรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

- สื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้


- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.3 ตัวชี้วัดชั้นและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 20 – 23) สาระที่ 1 มาตรฐาน ว 1.1


ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ว.1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ โครงสร้าง และหน้าที่ ของระบบต่างๆของ สิ่งมีชีวิตที่ทำงาน สัมพันธ์กัน มี กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ สื่อสาร	ว 1.1 ม.4 -6/1 ทดลองและ อธิบายการรักษาดุลยภาพของ เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	-สารต่างๆเคลื่อนที่ผ่านและออก จากเซลล์อยู่ตลอดเวลา เซลล์จึง ต้องมีการรักษาดุลยภาพเพื่อให้ ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ ตามปกติ -เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์ โดยวิธีการแพร่ การออสโมซิส การ ลำเลียงแบบฟาซิลิเทต การลำเลียง แบบใช้พลังงาน และการลำเลียง สารขนาดใหญ่

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ในการ ดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต		- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียง สารเกิดขึ้นภายในเซลล์เพียงหนึ่ง เซลล์ แต่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้อง อาศัยการทำงานประสานกันของ เซลล์จำนวนมาก
ว 1.1 ม.4-6/2 ทดลองและ อธิบายกลไกการรักษาคุณภาพ ของน้ำในพืช		- พืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพ ของน้ำ โดยมีการควบคุมสมดุล ระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบและ การดูดน้ำที่ราก - การเปิดปิดของปากใบเป็นการ ควบคุมอัตราการคายน้ำของพืชซึ่ง ช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำ ภายในพืชให้มีความชุ่มชื้นในระดับ ที่เหมาะสม
ว 1.1 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการควบคุม คุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และ อุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		- ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษา คุณภาพของน้ำ สารต่างๆใน ร่างกายซึ่งมีโครงสร้างและการ ทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น - ภายในไตมีหน่วยไต ของเหลวที่ ผ่านเข้าสู่หน่วยไตส่วนหนึ่งจะถูก ดูดซึมกลับสู่หลอดเลือด ส่วนที่ไม่ ถูกดูดซึมกลับ จะผ่านไปยังท่อ ปัสสาวะ - ยูเรีย ไซโตียม ไอออน และคลอ ไรด์ไอออน เป็นของเสียจาก กระบวนการเมแทบอลิซึม จะถูกขับ


ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ออกจากไตไปพร้อมกับปัสสาวะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - อะมีบาและพารามีเซียมเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ที่มีโครงสร้างภายในเซลล์ที่เรียกว่าคอนแทร็กไทล์แควคคิวโอในการกำจัดน้ำของเสียออกจากเซลล์ - ปลาน้ำจืดมีเซลล์บริเวณเหงือกที่นำเข้าสู่ร่างกายได้โดยการออสโมซิส ส่วนปลาน้ำเค็มป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย โดยมีผิวหนังและเกล็ดที่ป้องกันไม่ให้อัตตาจากน้ำทะเลซึมเข้าสู่ร่างกาย และที่บริเวณเหงือก มีกลุ่มเซลล์ซึ่งขับแร่ธาตุส่วนเกินออก โดยการลำเลียงแบบใช้พลังงาน - มนุษย์มีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมโดยศูนย์ควบคุมจะอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส - สัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้เกือบคงที่ได้ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ส่วนสัตว์เลือดเย็นอุณหภูมิร่างกายจะแปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 1.1 ม.4-6/4 อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ	ว 1.1 ม.4-6/4 อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ	<p>- ร่างกายมนุษย์มีภูมิคุ้มกันซึ่งเป็นกลไกในการป้องกันเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย</p> <p>- ผิวหนัง เซลล์เม็ดเลือดขาวและระบบน้ำเหลืองเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่จะทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย</p> <p>- ระบบภูมิคุ้มกันมีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์ การรับประทานอาหารที่ถูกสุขลักษณะ การออกกำลังกาย การดูแลสุขภาพอนามัย ตลอดจนการหลีกเลี่ยงสารเสพติด และพฤติกรรมที่เสี่ยงทางเพศ และการได้รับวัคซีนในการป้องกันโรคต่างๆ ครบตามที่กำหนด จะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและรักษาภูมิคุ้มกันของร่างกายได้</p>
มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความ	ว 1.2 ม.4 -6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ	<p>- สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ</p> <p>- ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวา แต่สายประกบด้วยนิวคลีโอ-</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>หลากหลายทาง ชีวภาพ การใช้ เทคโนโลยีชีวภาพที่มี ผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มี กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์</p>		<p>ไทดีนับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้าง ประกอบด้วย น้ำตาลเพนโทส ไนโตรเจนเบสสี่ชนิดและหมู่ ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิ วคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรม บันทึกอยู่</p> <p>- มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรมในระดับยีนหรือ โครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดขึ้นในเซลล์ สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอด ไปสู่รุ่น ลูกหลานได้</p> <p>- การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้ สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่ แตกต่างกันหลากหลายชนิด ก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทาง ชีวภาพ</p>
<p>ว 1.2 ม.4 -6/2 สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยี ชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมและนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์</p>		<p>- มนุษย์ได้มีการนำความรู้ทาง เทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุ- วิศวกรรม การโคลน และการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการ พัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้าน ต่างๆมากขึ้นและแพร่หลาย</p> <p>- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้าง สิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น หรือสิ่งมีชีวิตที่</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>มีการดัดแปรพันธุกรรม ส่งผลกระทบทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม</p>
<p>ว 1.2 ม.4 -6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม</p>	<p>โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศซึ่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร เป็นที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้</p> <p>สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศบนโลกได้</p>	<p>สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลากหลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกันจะผสมพันธุ์และสืบลูกหลานต่อไปได้</p> <p>การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ลักษณะพันธุกรรมของประชากร</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ไปจนกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ ทำให้ เกิดเป็นความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต</p>
<p>มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญ ของทรัพยากร ธรรมชาติ การใช้ ทรัพยากรธรรมชาติใน ระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไป ใช้ในการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน</p>	<p>ว 2.2 ม.4 -6/1 วิเคราะห์สภาพ ปัญหา สาเหตุของปัญหา สิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติในระดับ ท้องถิ่น ระดับประเทศ และ ระดับโลก</p>	<p>- ความสัมพันธ์กันและกันระหว่าง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หรือ ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ด้วยกันมีความสัมพันธ์กันหลาย ระดับ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก - การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ ส่งผลให้มีการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้ ทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวนลง และเกิดปัญหามลพิษต่างๆตามมา - ปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นมีด้วยกัน หลายสาเหตุ บางปัญหามี ผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น บางปัญหาส่งผลกระทบต่อ ระดับประเทศและบางปัญหามี ความรุนแรงจนเป็นปัญหาระดับ โลก</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมหรือเกิดเป็นมลพิษที่เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ต้องหาแนวทางในการป้องกัน แก้ไขฟื้นฟูให้กลับมีสภาพที่สามารถใช้งานได้
	ว 2.2 ม.4 -6/3 วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวังอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	- สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติควรต้องมีการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนา ซึ่งทุกคนควรร่วมกันปฏิบัติเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน
มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และ	ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจ หรือ จากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กัน	ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	
	ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ	
	ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุ เทคนิค วิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบ อย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึก ในเชิงปริมาณและคุณภาพ	
	ว 8.1 ม.4-6/5 เก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความผิดพลาดของข้อมูล	

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ว 8.1 ม.4-6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม	
	ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้	
	ว 8.1 ม.4-6/8 สร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ หรือระบุแนวโน้มของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ	
	ว 8.1 ม.4-6/9 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการหรือผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัด การสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ	

1.4 คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว 31103 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลาเรียน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

สืบค้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ ในเรื่องโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การรักษาดุลยภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต การรักษาดุลยภาพของน้ำในพืช กลไกการควบคุม ดุลยภาพของน้ำ แร่ธาตุและอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์ กระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน การเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ผลของความหลากหลายทางชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ ต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ดุลยภาพของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต ทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อม แนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้และเทคโนโลยีชีวภาพอย่างสร้างสรรค์

รหัสตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4

ว 1.2 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4

ว 2.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3

ว 2.2 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3

ว 8.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8,

ม.4-6/9, ม.4-6/10, ม.4-6/11, ม.4-6/12

รวมทั้งหมด 26 ตัวชี้วัด

1.5 โครงสร้างรายวิชา

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยที่/ ชื่อหน่วย	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยที่ 1	ว 1.1 ม.4 -6/1	กลไกการรักษาคุณภาพคือการ	15	30
คุณภาพ	ว 1.1 ม.4-6/2	รักษาภาวะภายในเซลล์หรือ		
ของ	ว 1.1 ม.4-6/3	ร่างกายให้สมดุล โดยอาศัยการ		
สิ่งมีชีวิต	ว 1.1 ม.4-6/4	ทำงานที่สอดคล้องกันระหว่าง		
	ว 1.1 ม.4-6/1	ระบบอวัยวะต่างๆ โดยที่สิ่งมีชีวิต		
	ว 1.1 ม.4-6/2	แต่ละชนิดมีโครงสร้างในการ		
	ว 1.1 ม.4-6/3	รักษาคุณภาพแตกต่างกัน		
	ว 1.1 ม.4-6/4			
	ว 1.1 ม.4-6/8			
	ว 8.1 ม.4-6/1			
	ว 8.1 ม.4-6/2			
	ว 8.1 ม.4-6/3			
	ว 8.1 ม.4-6/4			
	ว 8.1 ม.4-6/8			
หน่วยที่ 2	ว 1.2 ม.4 -6/1	ลักษณะทางพันธุกรรมเป็น	21	30
การ	ว 1.2 ม.4 -6/2	ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละ		
ถ่ายทอด	ว 1.2 ม.4 -6/3	ชนิด ซึ่งถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไป		
ลักษณะ	ว 1.2 ม.4 -6/4	ยังรุ่นต่อไปได้ การถ่ายทอด		
ทาง	ว 1.2 ม.4 -6/5	ลักษณะทางพันธุกรรมของคนและ		
พันธุกรรม	ว 1.2 ม.4 -6/6	สิ่งมีชีวิตทุกชนิดควบคุมโดยยีนที่		
และความ	ว 1.2 ม.4 -6/12	อยู่บนโครโมโซมซึ่งอยู่ใน		
หลากหลาย	ว 8.1 ม.4-6/5	นิวเคลียสของเซลล์ สิ่งมีชีวิตชนิด		
ทางชีวภาพ	ว 8.1 ม.4-6/6	เดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซม		
	ว 8.1 ม.4-6/12	เท่ากัน		

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยที่/ ชื่อหน่วย	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
หน่วยที่ 3	ว 2.1 ม.4 -6/1	ในโลกของสิ่งมีชีวิตมีความ	24	40
ชีวิตกับ	ว 2.1 ม.4-6/2	หลากหลายของระบบนิเวศที่		
สิ่งแวดล้อม	ว 2.1 ม.4-6/3	กระจายอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ		
	ว 2.1 ม.4-6/1	ระบบนิเวศมีองค์ประกอบของ		
	ว 2.1 ม.4-6/2	ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทาง		
	ว 2.1 ม.4-6/3	ชีวภาพที่คล้ายคลึงกันก็กระจาย		
	ว 2.1 ม.4-6/4	อยู่ในภูมิศาสตร์เดียวกัน		
	ว 2.1 ม.4-6/7	นอกจากนี้ในระบบนิเวศแต่ละแห่ง		
	ว 8.1 ม.4-6/9	ก็มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นภายใน		
	ว 8.1 ม.4-6/10	ระบบ ความสัมพันธ์นั้นอาจ		
	ว 8.1 ม.4-6/11	เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ		
		สิ่งมีชีวิต หรืออาจเกิดระหว่าง		
		สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้		

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้
 ทศนีย์ ศุภเมธี (2533 อ้างถึงใน อภรณ์ ใจเที่ยง 2553, หน้า 71) ได้ให้ความหมาย
 ของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่กระทำขึ้นเพื่อให้การเรียนการสอนในครั้งนั้นๆ
 ได้ผลดี หมายถึง การสอนของครูเป็นไปอย่างมีความหมาย นักเรียนได้ทั้งความรู้และความ
 สนุกสนานเพลิดเพลิน

สำลี รักสุทธีและคณะ (2544, หน้า 73 -76) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
 ไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้คือสภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น เพื่อนำพานักเรียนไปสู่เป้าหมายหรือ
 จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับ
 จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ต่างๆ

ทิตนา แชมมณี (2545, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของคำว่า การจัดการกรรมการ เรียนรู้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการนำหลักสูตรไปปรับใช้ในระดับชั้นเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูได้วางแผนการสอน เตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า อันจะส่งผลให้การจัดการกรรมการสอนได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ

ราชบัณฑิตสถาน (2546, หน้า 126) ได้ให้ความหมายกิจกรรมการ หมายถึง การที่ ผู้เรียนปฏิบัติกรอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 71) ได้กล่าวไว้ว่า คำว่ากิจกรรมการเรียนการสอน หลักสูตรฉบับปัจจุบัน จะใช้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ เพราะต้องการเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง เน้นที่บทบาทของผู้เรียน ถึงแม้ว่าจะเน้นที่บทบาทของผู้เรียน แต่ผู้สอนก็ยังคงมีบทบาท ร่วมด้วยเช่นกัน คือเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ได้แก่เป็นผู้ให้คำปรึกษา เป็นผู้กระตุ้น ให้ผู้เรียนได้คิด เป็นผู้จัดระเบียบ เป็นผู้แนะนำและกำกับไม่ให้ออกนอกทางหรือหลงทาง เป็นต้น ดังนั้น การใช้คำการเรียนการสอนจึงมีความหมายที่ยังคงใช้ได้กับหลักสูตรฉบับปัจจุบัน

ดังนั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง งานหรือภารกิจที่นักเรียนต้องทำเพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553, หน้า 57) ได้ กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียน
2. กิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จ
3. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย
4. กิจกรรมช่วยปลูกฝังความรับผิดชอบ
5. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังและส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. กิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหว
7. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้สึกสนุกสนาน
8. กิจกรรมช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล
9. กิจกรรมช่วยขยายความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวาง
10. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมความงอกงามและพัฒนาการของผู้เรียน
11. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมทักษะ

12. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังเจตคติที่ดี
13. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
14. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน
15. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้ง ความงามในเรื่องต่างๆ

2.3 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 73) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาไปพร้อมกัน
2. เพื่อสนองความสามารถ ความถนัด ความสนใจของผู้เรียนทุกคน ซึ่งแต่ละคนจะมีแตกต่างกัน
3. เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเรียนด้วยความเพลิดเพลิน ไม่เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียน
4. เพื่อสนองเจตนารมณ์ของหลักสูตร ให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เกิดทักษะกระบวนการให้เป็นคนเก่ง คนดี มีความสุขและมีความเป็นไทย
5. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก และมีส่วนร่วมในการเรียน ผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้ง เพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.4 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553, หน้า 58) ได้กล่าวถึงหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร
2. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน
4. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา
5. จัดกิจกรรมให้มีลำดับขั้นตอน
6. จัดกิจกรรมที่น่าสนใจ ใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม
7. จัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม
8. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการคิด
9. จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

10. จัดกิจกรรมโดยเน้นการเรียนรู้ที่มีความสุข

11. จัดกิจกรรมแล้วต้องสามารถประเมินผลได้

2.5 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, หน้า 166-170) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญ เพื่อช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้นๆ อย่างแท้จริง หากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะทำให้ขาดจากการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิดเพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจำเป็นต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้ และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไหร่

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว จะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง

ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในขั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

1.3.2 ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไปใช้เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

1.3.3 ต้องกำหนดสิ่งที่จะช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3.4 ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเอง ก็จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ชั้นสอน เป็นการดำเนินกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอนคือ

2.1 กิจกรรมแกนหลักเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นๆซึ่งถือว่าการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนเรื่องนั้นๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนแต่ละครั้ง มีแนวปฏิบัติดังนี้

2.1.1 ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่ามีพฤติกรรมตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงตัดสินใจได้ว่าจุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้นๆ ตรงกับการเรียนชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมหลักตามชนิดการเรียนรู้นั้นให้บรรลุผลตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง

2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกายและเจตคติ ให้การตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ ก็ควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจจนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

3. ชั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอนคือ

3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงความรู้ ความคิด และทักษะทางกายแล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพ หรือหลักการ หรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกัน โดยการอภิปรายหรือเขียนตอบก็ได้ ตามความเหมาะสม แต่มิใช่ผู้สอนเป็นผู้สรุปเสียเอง ครูควรจะเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้น อาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดานบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่ง หลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้นๆต่อไป แต่อาจจำไม่ได้นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้นผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้าทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติตามโครงการงาน เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้เป็นต้น

ดังนั้นองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 3 องค์ประกอบหลัก คือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่ โดยจะต้องเป็นกิจกรรมที่สร้างความสนใจให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาเวลาในการจัดกิจกรรมในขั้นนี้ด้วย

2. ชี้นสอน เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยอาจมีการทดสอบความรู้ของผู้เรียนในระหว่างการจัดกิจกรรม หากพบว่าผู้เรียนยังไม่สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ก็สอนซ่อมเสริมจนผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้

3. ชี้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด มีการอภิปรายร่วมกัน หรือเขียนตอบเพื่อแสดงความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.6 การหาค่าดัชนีประสิทธิผล

การวินิจฉัยถ้าต้องการพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพก็สามารถพิจารณาได้โดยการดูพัฒนาการของนักเรียน พิจารณาก่อนและหลังเรียนใดๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไร เชื่อกันหรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจพิจารณาได้จากการคำนวณหาค่า t-test (Dependent samples) หรือหาค่าดัชนีประสิทธิผล (เผชญิ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2545 หน้า 30-36)

ประสาท เนืองเฉลิม (2560, หน้า 218-220) ได้กล่าวถึงการหาค่าดัชนีประสิทธิผลไว้ดังนี้

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาค่า t-test (Dependent sample) เป็นการพิจารณาดูว่านักเรียนมีการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอย่างไร เชื่อกันหรือไม่ โดยทำการทดสอบกับนักเรียนทุกคนก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า t-test หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วินิจฉัยกำลังศึกษามีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างไร เชื่อกันได้

2. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) มีสูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
 P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
 Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ดัชนีประสิทธิผลเป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

ถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่ว่าผลทดสอบก่อนเรียนจะได้เท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ

ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า 1.00 ก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ถือว่าการเรียนการสอนหลังการใช้สื่อล้มเหลว และเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าจะเกิดขึ้นเพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอบต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอบ และก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหาค่า E_1/E_2 มาก่อนค่า E_2 คือคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจะเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้น คะแนนหลังสอบต่ำหรือมากกว่าคะแนนก่อนสอบ ค่า E_2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าจะแปลความหายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นน้อย เป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ไม่ใช่เรื่องเสียหาย

ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาประยุกต์ โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดมาแปลงเป็นค่าร้อยละและหาค่าคะแนนสูงสุดที่ได้มาหาค่าประสิทธิผลด้วยการนำคะแนนก่อนเรียนไปลบจากคะแนนหลังเรียนได้เท่าไร นำไปหารด้วยค่าที่ได้จากการวัดก่อนเรียนสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถทำได้ลบด้วยคะแนนที่ได้จากการวัดก่อนเรียนให้อยู่ในรูปร้อยละ

3. การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT

McCarthy (1987) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาระบบ 4MAT เป็นคนแรก ซึ่งเขาได้ประสบการณ์จากการสอนหลายระดับและเป็นที่ยอมรับให้คำแนะนำนักเรียน จึงทำให้เข้าใจถึงความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคนด้านสติปัญญา การรับรู้และการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการเรียนรู้ (Learning styles) ของคอล์บมาเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล คอล์บได้ให้ความหมายรูปแบบของการเรียนรู้คือ ผลจากลักษณะนิสัยทางพันธุกรรม โดยนำประสบการณ์เดิมรวมกับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็น 4 รูปแบบ ตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์

คอล์บพิจารณาว่าคนบางคนมีกระบวนการเรียนรู้ผ่านการทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนประเภทนี้เรียนได้ดีและเข้าใจแจ่มแจ้งชัดเมื่อได้ทดลองลงมือปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัสอื่นๆ หลายๆ ด้าน ส่วนนักเรียนประเภทสังเกตผลสะท้อนกลับเป็นประเภทที่เรียนรู้โดยการผ่านจิตสำนึก

จากการเฝ้าสังเกตรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกัน กลุ่มแรกเรียนรู้โดยเห็นสิ่งต่างๆ เป็นรูปแบบแล้ววิเคราะห์และสังเคราะห์จากการที่ได้มาเป็นองค์ความรู้ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่สองที่เรียนรู้โดยผ่านการวิเคราะห์และประเมินค่าสิ่งที่รับรู้มาเป็นองค์ความรู้โดยการใช้หลักเกณฑ์แห่งเหตุผล ซึ่งคนทั้งสองประเภทเป็นผู้ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน หากมีการจัดการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยแก่นักเรียนประเภทใดประเภทหนึ่งจนเกินไป ก็อาจเป็นเหตุให้นักเรียนอีกแบบหนึ่งขาดโอกาสที่จะพัฒนาศักยภาพได้อย่างเต็มที่ ครูจึงมีหน้าที่หาหนทางที่ทำให้เกิดภาวะสมดุลทางการเรียนรู้ หมายถึงการสร้างสรรคโอกาสให้นักเรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งโครงสร้างทางสติปัญญา การเรียน และการทำงานของสมองให้มีโอกาสแสดงความสามารถนำวิธีการของเพื่อนคนอื่นมาปรับปรุงลักษณะการเรียนรู้ให้ดีขึ้นได้

3.2 ความหมายของการจัดการศึกษาระบบ 4MAT

บุรินทร์ แก้วประพันธ์ (2533, หน้า 17) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT คือการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้นให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ ที่แตกต่างกัน 4 แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความถนัดและได้ฝึกฝนการเรียนรู้แบบที่ตนไม่ถนัดโดยแบ่งการเรียนรู้เป็น 8 ขั้นตอน

ศักดิ์ชัย รัญทวี และไพเราะ พุ่มม้วน (2543, หน้า 10) ได้กล่าวว่าการเรียนการสอนแบบ 4MAT เป็นการเรียนรู้ที่ออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกลักษณะ โดยกิจกรรมบางช่วงจะ

ตอบสนองให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ มีความสุขในการเรียนในช่วงกิจกรรมที่ตนเองถนัดและรู้สึกท้าทาย ในช่วงที่ผู้อื่นถนัดผสมผสานกันไป

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 154-155) ได้ให้ความหมายของการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ดังนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับการพัฒนาการสมองซีก ซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่าง เหมาะสมและสามารถพัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพซึ่งได้แก่

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียด เป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส

ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลง มือปฏิบัติ

กิตติชัย สุธาธิโนบล (2551, หน้า 154) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบ 4MAT หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับ พัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งได้แก่

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และการเก็บรายละเอียด เป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส

ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลง มือปฏิบัติ

จิระพร ชะโน (2555, หน้า 112) ได้ให้ความหมายของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4MAT ไว้ว่า การสอนแบบ 4MAT เป็นการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงแบบ การเรียนของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็ม ศักยภาพ

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ร่วมไปกับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเหมาะสม

3.3 แนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 155-159) ได้เสนอแนวคิดของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเรื่องการศึกษาแผนใหม่(Progressivism) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาแบบก้าวหน้าที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำนั้น เป็นแนวคิดที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสนับสนุนปรัชญากลุ่มพัฒนาการนิยมหรือปรัชญากลุ่มก้าวหน้า โดยคำนึงถึงผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ในลักษณะที่แตกต่างกัน ถ้าผู้สอนจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละประเภทผู้เรียนก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT พัฒนาขึ้นจากการค้นคว้าวิจัยของ Bernice McCarthy นักการศึกษา นักแนะแนวทางการศึกษา ซึ่งเชื่อในศักยภาพของผู้เรียนในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภท

วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2554, หน้า 188-193) ได้เสนอแนวคิดของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ไว้ดังนี้

1. มนุษย์ทุกคนรับรู้ประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในช่องทางที่แตกต่างกัน
2. มนุษย์ทุกคนมีกระบวนการจัดการประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในลักษณะที่แตกต่างกัน
3. วิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีคุณค่าเท่าเทียมกัน
4. ผู้เรียนแต่ละคนประสงค์ที่จะมีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือลักษณะการเรียนรู้ของตนเอง
5. ในขณะที่วัฏจักรการเรียนรู้ เคลื่อนไหวไปผู้เรียนทั้งหลายจะฉายแววแตกต่างกัน ดังนั้นผู้เรียนจึงมีโอกาสเรียนรู้จากเพื่อนแต่ละคนซึ่งการเรียนรู้ที่มีแนวความคิดและความเชื่อพื้นฐานเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้

McCarthy (1987) อ้างถึงในวีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2555, หน้า 113-114) ได้สรุปแนวความคิดเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของ

ผู้เรียน 4 แบบ (4 type of students) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ โครงสร้างทางสมอง และระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาโดยเอาแนวความคิดจาก โคลบ (Kolb) มาประยุกต์ โดยมีหลักการดังนี้

1. มนุษย์ได้รับประสบการณ์และความรู้ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธีและมี กระบวนการจัดการกับประสบการณ์และความรู้นั้นหลายวิธีต่างกัน ตลอดจนสามารถผสมผสาน เทคนิคการเรียนรู้และปรับแต่งให้เกิดเป็นรูปแบบการเรียนรู้เฉพาะตนที่ไม่เหมือนใคร

2. รูปแบบการเรียนรู้ที่สำคัญมีอยู่ 4 รูปแบบ ซึ่งมีคุณค่าเท่าเทียมกัน และผู้เรียน ต้องการที่จะมีความสุขและสะดวกสบายในวิธีการเรียนรู้ของตน

3. รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบได้แก่

3.1 ผู้เรียนแบบที่ 1 เป็นผู้ที่มีความสนใจในความหมายส่วนตัว ครูจำเป็นต้อง สร้างความรู้สึกที่มีเหตุผล และให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล

3.2 ผู้เรียนแบบที่ 2 เป็นผู้ที่มีความสนใจในข้อเท็จจริง และทำความเข้าใจด้วย ตนเองครูต้องป้อนข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

3.3 ผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นผู้ที่มีความสนใจเบื้องต้นในวิธีการต่างๆ ที่สามารถลง มือปฏิบัติและได้ชิ้นงาน ครูต้องชักชวนและให้ปฏิบัติด้วยตนเอง

3.4 ผู้เรียนแบบที่ 4 เป็นผู้ที่มีความสนใจเบื้องต้นในการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูต้องให้เรียนรู้และสอนกันเอง

4. ผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องมีครูที่สอนด้วยวิธีการครบ 4 แบบ เพื่อที่เรียนได้อย่าง สะดวกสบายและประสบผลสำเร็จ ต่อจากนั้นสามารถพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

5. ระบบการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4MAT จะดำเนินไปตามวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นไปตามขั้นตอนทั้ง 4 แบบและผสมผสานกับลักษณะพิเศษ ซึ่งเน้นความก้าวหน้าการเรียนรู้ ตามธรรมชาติ

6. วิธีการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบนี้ จำเป็นต้องสอนโดยใช้เทคนิคกระบวนการสมองซีกซ้าย และซีกขวา ผู้เรียนมีความถนัดทางสมองซีกขวาจะเรียนรู้ได้เพียงครึ่งเวลา และปรับครึ่งเวลาที่ เหลือนั้นให้เหมาะสม ส่วนผู้เรียนที่มีความถนัดทางสมองซีกซ้ายจะเรียนรู้ได้เพียงครึ่งเวลาและ เรียนรู้ดัดแปลงครึ่งเวลาที่เหลือนั้นให้เหมาะสมเช่นกัน

7. เป้าหมายหลักของการศึกษา คือ การพัฒนาและบูรณาการการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน รวมถึงการพัฒนาและการบูรณาการสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาให้ เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

8. ผู้เรียนจะกลายเป็นที่ยอมรับว่าตนมีความเข้มแข็ง และสามารถนำมาใช้ให้เกิด ประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพของตนเพื่อเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ

9. ถ้าเรามีความสนใจและมีความสุขกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ ก็จะเรียนรู้จากผู้อื่น ได้มากขึ้นเท่านั้น

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะด้านการ คิดให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีพื้นฐานความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ที่ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่เชื่อว่าในธรรมชาติของการเรียนรู้จะมีผู้เรียนที่สามารถเกิด การเรียนรู้ได้แตกต่างกัน 4 แบบ ร่วมกับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและขวาให้เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน อย่างสมดุล การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน จะทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้ดี และช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

3.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 159-163) ได้เสนอขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิด โดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ ผู้เรียนสังเกต การออกปฏิบัติสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้นการจัด กิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)

จากขั้นตอนที่ 1 ที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน ต่อจากนั้นในขั้นตอนที่ 2 นี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผูกทำกิจกรรมกลุ่มอย่าง หลากหลาย เช่น ผูกเขียนแผนผังมโนคติ (Concept mapping) ช่วยกันระดมสมองอภิปรายร่วมกัน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)

ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบวิเคราะห์ เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน เป็น ขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนควรให้ทฤษฎี หลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจ และพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียน กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยากรท้องถิ่น การสาธิต การทดลองใช้ห้องสมุด วัสดุทัศนสื่อประสมต่างๆ เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด

ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ใบงานการทดลอง ทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม สรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม ฝึกเลือกอุปกรณ์บันทึกผลการทดลอง โดยผู้สอนจะเป็นพี่เลี้ยง เป็นขั้นที่เน้นการพัฒนาสมองซีกซ้าย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง (สมองซีกขวา)

ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่างๆ โดยเลือกวิธีการนำเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัว ชิ้นงานที่สร้างออกมาอาจเป็นภาพวาด นิทาน สมุดรวบรวมสิ่งที่เรียน สิ่งประดิษฐ์ แผ่นพับ เป็นต้น เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)

ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองโดยอธิบายขั้นตอนการทำงาน ปัญหาอุปสรรคในการทำงาน ทำงานและวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการประยุกต์เชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต ซึ่งอาจจะวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความสะดวกเหมาะสม เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)

เป็นขั้นสุดท้ายซึ่งผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้นำผลงานของตนเองมานำเสนอหรือจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อนๆ ได้ชื่นชม ซึ่งถือเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง ในขั้นนี้ผู้เรียนควรรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมพัฒนาสมองซีกขวา

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2554, หน้า 80 – 81) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์และประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้คิดโดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตการออกไปปฏิบัติสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผลให้ฝึกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ฝึกเขียนแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ผู้เรียนช่วยกันระดมสมอง มีการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าโดยจัดระบบวิเคราะห์ เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ทฤษฎีหลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน จึงควรจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากใบความรู้ แหล่งวิทยากรท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง คุวิดีทัศน์ การใช้ห้องสมุด

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการทดลอง สรุปผลการทำแบบฝึกหัดที่ถูกต้อง ชัดเจน ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง (พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงความสามารถของตนเอง ตามความถนัด ความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง เป็นการแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ชิ้นงานได้แก่ สมุดรวบรวมสิ่งประดิษฐ์ ภาพวาด นิทาน แผ่นพับ ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย)

ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานของตน อธิบายขั้นตอนการทำงาน อุปสรรคในการทำงานและวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการการประยุกต์เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรืออนาคต อาจวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น(พัฒนาสมองซีกขวา)

ผู้สอนให้ผู้เรียนนำผลงานของตนเองมานำเสนอจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ จัดป้ายนิเทศ โดยให้สมาชิกกลุ่มอื่น ได้ชื่นชมและผลัดกันวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นสร้างประสบการณ์และประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน
- 2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์
- 3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด
- 4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด
- 5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด
- 6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง
- 7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้
- 8) ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น

4. การเขียนทางวิทยาศาสตร์

เทศต์ เรื่องธรรม (2559, หน้า 7) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง อธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหลักซึ่งสอดคล้องกับหลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น รวมทั้งสามารถนำมาเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) คือเทคนิคหนึ่งที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การเขียนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการทดลอง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคนี้ ให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) ซึ่งผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีนั้น มีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

4.1 การเขียนทางวิทยาศาสตร์

Hand and Key 1999 (อ้างถึงใน Mehmet Erkol, 2010) แนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic) พัฒนาขึ้นโดย Hand and Key เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยส่งเสริมการคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีเหตุผล ปรับแนวคิดและความคิดเชิงตรรกะของผู้เรียน โดยมีการอภิปรายในระหว่างกลุ่มผู้เรียนและการเขียน

บันทึกผลการทดลองที่ไม่เป็นไปในแบบดั้งเดิม และทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มความรู้อันเกิดขึ้นกับผู้เรียน

เดซทัต เรื่องธรรม (2559, หน้า 12) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการเขียนบันทึกผลการทดลองตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา/คำถาม (beginning) : ผู้เรียนในชั้นเรียนมีการอภิปรายเพื่อกำหนด คำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน ก่อนลงมือทดลอง

แนวคำถาม - ผู้เรียนต้องการเรียนรู้อะไร เน้นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง

- ผู้เรียนมีความเข้าใจเริ่มต้นในเรื่องที่ต้องการรู้หรือไม่ อย่างไร

2. การทดสอบ (test) : ครูแนะนำข้อมูลที่เป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง

แนวคำถาม - ผู้เรียนออกแบบการทดลองหรือขั้นตอนการทดลองอย่างไร

3. การสังเกต (observation) : ครูให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลและผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. ข้อสรุป (claim) : ผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อน ๆ ก่อนสรุปเพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง

แนวคำถาม - ผู้เรียนได้ข้อสรุปอะไร จากผลการทดลองที่เกิดขึ้น

5. ประจักษ์พยาน (evidence) : เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลองเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

แนวคำถาม - ผู้เรียนรู้ได้อย่างไรว่าประจักษ์พยานที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อสรุปได้

6. การอ่าน (reading) : ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยเปรียบเทียบข้อมูลกับเพื่อนร่วมห้องหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก แล้วนำมาอธิบายเชื่อมโยงกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น

แนวคำถาม - แนวคิดของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องหลังจากอภิปรายเป็นอย่างไร

- แนวคิดของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่ได้มาจากภายนอกที่แหล่ง และนำมาใช้อธิบายเชื่อมโยงกับผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

7. การสะท้อนความคิด (reflection) : แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร หลังจากอภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก

แนวคำถาม - แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

- แนวคิดของผู้เรียนไม่เปลี่ยนแปลง เพราะอะไร โปรดระบุเหตุผล

8. การเขียน (writing) : ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตนเองบนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมระหว่าง ประจักษ์พยานและข้อสรุปที่มีอยู่กับเนื้อหาที่เรียน

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างรูปแบบของแบบบันทึกผลการทดลองแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และแบบบันทึกผลการทดลองแบบปกติ แสดงดังตาราง

ตาราง 3 แสดงข้อแตกต่างระหว่างการเขียนบันทึกผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และการเขียนแบบบันทึกผลการทดลองแบบปกติ

แบบบันทึกผลการทดลองแบบ SWH	แบบบันทึกผลการทดลองแบบปกติ
-การกำหนดปัญหา/คำถาม	-ชื่อเรื่องและจุดประสงค์
-การทดสอบ	-วิธีการทดลอง
-ผลการทดลอง	-ผลการทดลอง
-ข้อสรุป(อ้างถึงประจักษ์พยานที่เหมาะสม)	-ข้อสรุป
-การอ่าน	-ไม่มี

จากการเปรียบเทียบรูปแบบการบันทึกผลการทดลองแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่า มีความแตกต่างกันในขั้นหลังการทดลอง คือ การอ่าน(reading) การสะท้อนความคิด (reflection) และการเขียน (writing) และบางส่วนในขั้นการสรุป (claim) เพราะการบันทึกผลการทดลองตามปกตินั้น ไม่ได้เน้นการอ้างถึงประจักษ์พยานที่เหมาะสมเพียงพอที่จะสนับสนุนการสรุป นอกจากนี้ในการระบุชื่อเรื่องและจุดประสงค์ ครูผู้สอนใช้การบอกผู้เรียนโดยตรง ไม่ได้มีการอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนฝึกกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบจากการทดลอง สำหรับบทบาทของครูผู้สอนได้เปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไป

เป็นการให้ความร่วมมือและคำแนะนำเมื่อผู้เรียนมีปัญหา ครูควรใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิด เพื่อนำไปสู่แนวคิดหลักได้อย่างถูกต้อง

สรุปได้ว่าการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีความแตกต่างจากการเขียนบันทึกผลการทดลองแบบเดิม คือมีการเพิ่มทักษะด้านการอ่าน การสะท้อนความคิด และการเขียน นอกจากนี้แล้วในขั้นตอนของการสรุปผลการทดลอง หากเป็นการสรุปผลการทดลองแบบเดิมจะไม่มีกรอ้างอิงประจักษ์พยานหรือแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่จะช่วยสนับสนุนผลการทดลองให้มีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน น่าเชื่อถือ ซึ่งข้อมูลที่ผู้เรียนจะใช้ในการสนับสนุนผลการทดลองได้มาจากการอ่านสื่อ หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม รวมไปถึงการให้ข้อมูลสะท้อนกลับหลังจากที่ได้ทดลองปฏิบัติ หรือเรียนรู้ว่ามีสิ่งใดที่เปลี่ยนไปจากความรู้เดิมของผู้เรียนหรือไม่อย่างไร

4.2 การประเมินคุณภาพแบบบันทึกผลการทดลองตามแนวทาง (SWH)

จะเน้นให้ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดหลักในเนื้อหาที่เรียนด้วยความเข้าใจของตนเอง และอธิบายเหตุผลเมื่อพบปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป โดยการประเมินคุณภาพมุ่งเน้นไปที่ข้อสรุป (claim) ซึ่งเป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายได้จากผลการทดลอง และประจักษ์พยาน (evidence) ซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งการเขียน (writing) ที่เชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน ข้อสรุป และเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การประเมินคุณภาพแบบบันทึกผลการทดลองตามแนวทาง SWH

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพ		
	0	1	2
ข้อสรุป (claim)	ไม่มีข้อสรุป หรือ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ข้อสรุปถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ข้อสรุปถูกต้องและสมบูรณ์
ประจักษ์พยาน (evidence)	ไม่ได้อ้างถึงประจักษ์พยานหรืออ้างถึงประจักษ์พยานที่ไม่เหมาะสม และไม่ได้สนับสนุนข้อสรุป	อ้างถึงประจักษ์พยานที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป	อ้างถึงประจักษ์พยานที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุป

ตาราง 4 (ต่อ)

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพ		
	0	1	2
การเขียน (writing) (เชื่อมโยงระหว่าง ประจักษ์พยานและ ข้อสรุป)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียนหรือ อ้างอิงเนื้อหาที่เรียน และไม่ได้เชื่อมโยง ระหว่างข้อสรุปและ ประจักษ์พยาน	มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียน แต่การ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุปและประจักษ์ พยานไม่เพียงพอ	มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียนได้อย่าง เหมาะสมและการ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุปและประจักษ์ พยานเพียงพอ

สรุปได้ว่าหลักในการประเมินคุณภาพแบบบันทึกผลการทดลองตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จะมุ่งเน้นไปที่การประเมินการเขียนอธิบายแนวคิดหลักในเนื้อหาที่เรียน และการอธิบายเหตุผลมุ่งเน้นไปที่ข้อสรุป (claim) ที่เชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และเนื้อหาที่เรียนได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

5. การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) หมายถึง การจัดรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนอย่างเหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สืบค้นข้อมูลเพื่อสนับสนุนแนวคิด ใช้ข้อมูลและความรู้เดิม เพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมและถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	รูปแบบของแบบบันทึกผลตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์และประสบการณ์ของสิ่งที่เรียนรู้</p> <p>ผู้สอนเริ่มต้นจากการสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ว่าทำไมตนจึงต้องเรียนรู้เรื่องนี้</p>	<p>การกำหนดปัญหา/คำถามผู้เรียนในชั้นเรียนมีการอภิปรายเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาพร้อมกันก่อนลงมือทดลอง</p>	<p>ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์</p> <p>ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาพร้อมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง</p>
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์</p> <p>ประสบการณ์หรือสะท้อนคิดจากประสบการณ์เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน</p>	<p>ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนคิดจากประสบการณ์</p> <p>ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน</p>	<p>ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์หรือสะท้อนคิดจากประสบการณ์</p> <p>ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	รูปแบบของแบบบันทึกผลตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH)
<p>ชั้นที่ 3 ชั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด</p> <p>เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง</p>	<p>ประจักษ์พยาน</p> <p>เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>ชั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด</p> <p>เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์</p>
<p>ชั้นที่ 4 ชั้นพัฒนาความคิดรวบยอด</p> <p>เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์และเกิดความคิดรวบยอดหรือแนวคิดพอสมควรแล้ว ผู้สอนจึงกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น โดยการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย</p>	<p>การอ่าน</p> <p>ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอกหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลกับเพื่อนร่วมห้อง</p>	<p>ชั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด</p> <p>ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สำรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก</p>


ตาราง 5 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	รูปแบบของแบบบันทึกผลตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
<p>ชั้นที่ 5 ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับจากชั้นที่ 3-4 มาทดลองปฏิบัติจริง และศึกษาผลที่เกิดขึ้น</p>	<p>การทดสอบ ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล การทดลอง การสังเกต ครูให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การสรุป ผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆ ก่อนสรุปเพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้</p>	<p>ชั้นที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผล การทดลองผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆ ก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	รูปแบบของแบบบันทึกผลตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
<p>ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้หรือประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง</p>	<p>การเขียน ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน เน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง เพื่อสนับสนุนข้อสรุป</p>	<p>ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน</p>
<p>ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานของตน เรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ เพื่อการปรับปรุงผลงานของตนเองให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป</p>	<p>การสะท้อนความคิด แนวคิดของผู้เรียน เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือไม่อย่างไร หลังจากอภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก</p>	<p>ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT	รูปแบบของแบบบันทึกผลตามแนวทางการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
		รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น
<p>ขั้นที่ 8 ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น</p> <p>ขยายขอบข่ายของความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดแก่กันและกัน ร่วมอภิปรายเพื่อนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต</p>		<p>ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด</p> <p>ร่วมกันอภิปรายขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต</p>

5.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหา ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สัมผัสตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน อภิปรายขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต

6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

6.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962, p. 336) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือเป็นเหตุเป็นผลกัน

กู๊ด (Good. 1973, p. 680) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

เอนนิส (Ennis. 1985, p. 46) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ ช่วยให้ตัดสินใจสภาพการณ์ได้ถูกต้อง

ดิวอี้ (Dewey. 1993, p. 9) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็น การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

ฉวีวรรณ แก้วไพโรษะ และคณะ (2546 :56) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึงกระบวนการคิดที่พิจารณากลับกรอง ไตร่ตรองอย่างดีแล้ว เพื่อให้เกิดผลของการคิดอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล

วินัย คำสุวรรณ (2548, หน้า 34) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึงการตั้งคำถาม ซึ่งรวมไปถึงการรับข้อมูล ข่าวสาร การสอบถามและการใช้สิ่งเหล่านั้นเพื่อสร้างความคิดใหม่หรือนำไปแก้ปัญหาหรือใช้ในการตัดสินใจ ใช้สร้างเหตุผล ข้ออ้างทั้งปวง และใช้ในการวางแผน เป็นต้น

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, หน้า 46) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์และหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่า สิ่งใดถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือกหรือสิ่งใดควรทำ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, หน้า 100) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือ มีความขัดแย้ง เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่เชื่อ สิ่งใดควรทำหรือไม่ควรทำ โดยใช้ความรู้ความคิดจากประสบการณ์ของตนจากข้อมูลที่รอบด้าน ทั้งข้อมูลเชิงวิชาการ ข้อมูล

ทางด้านสิ่งแวดล้อมและข้อมูลส่วนตัวของผู้คิด การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงประกอบด้วยทักษะย่อยๆ เพื่อนำมาช่วยในการตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

สจวร์ต สินธพานนท์ และคณะ (2551, หน้า 72) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงกระบวนการที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน ข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล ก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นผู้ที่มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเอง ก่อนจะตัดสินใจในเรื่องใดก็จะต้องมีข้อมูลหลักฐานที่เพียงพอ และสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ ถ้าผู้นั้นมีเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้องกว่า เป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ กล่าวได้ว่าผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีเหตุผล

สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดระดับสูงที่มีการพิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องราว หรือสถานการณ์ใดๆ อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อมูล หลักฐาน ข้อเท็จจริงที่น่าเชื่อถือและประสบการณ์เดิมของตน เพื่อพิจารณาตัดสินในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยมีพื้นฐานความคิดอยู่บนเหตุผลและความถูกต้อง

6.2 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

บรรจง อมรชิวิน (2556, หน้า 16-19) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับว่าเป็นทักษะการคิดทั่วไปที่สำคัญเพราะทำให้มีความสามารถในการคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจนและมีเหตุผล นับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญไม่ว่าเราจะทำอะไรก็ตามทุกสาขาวิชา อาชีพ ล้วนต้องการอย่างเห็นได้ชัด เพราะการคิดได้ดีย่อมนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

2. มีความสำคัญอย่างมากต่อเศรษฐกิจฐานความรู้ใหม่ ความรู้เศรษฐกิจระดับโลก ล้วนขับเคลื่อนด้วยสารสนเทศและเทคโนโลยี การที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เศรษฐกิจโลกใหม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มขึ้นในเรื่องของทักษะทางปัญญาที่มีความยืดหยุ่นและมีความสามารถในการวิเคราะห์และบูรณาการข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ในการช่วยแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

3. การเพิ่มพูนทักษะทางด้านภาษาและการนำเสนอ การคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจน และเป็นระบบจะช่วยให้เราได้ในมากในการแสดงออกทางความคิดของเรา ในการเรียนรู้ที่จะวิเคราะห์

โครงสร้างเชิงตรรกะของเรา การคิดอย่างมีวิจารณญาณก็จะช่วยปรับปรุงความสามารถในการเข้าใจเรื่องต่างๆ

4. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในการที่จำได้ทางแก้ปัญหา ทางออกอย่างสร้างสรรค์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับเฉพาะกับการมีความคิดใหม่ๆ แต่ความคิดใหม่ๆที่จะก่อเกิดต้องสอดคล้องกับงานด้วย ในประเด็นตรงนี้เองที่การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยประเมินความคิดใหม่ๆ การเลือกอันที่ดีที่สุดก็ตัดสินมันหากว่าจำเป็น

5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับว่าสำคัญต่อการสะท้อนตัวตน ในการที่เราจะมีชีวิตอยู่อย่างมีความหมายและวางโครงสร้างชีวิตได้อย่างเหมาะสมนั้น เราจำเป็นต้องมีความสมเหตุสมผลและสะท้อนด้วยค่านิยมและการตัดสินใจของเรา การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับเป็นเครื่องมือสำหรับกระบวนการในการประเมินตนเองของเรา

6.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ฟีเลย์ (Feeley, 1976) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความรู้สึกหรือความคิดเห็น
2. การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล
3. การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น
4. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น
5. การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง
6. การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน
7. การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ
8. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้
9. การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล
10. การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

เอนนิส (Ennis, 1997) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรประกอบด้วย

1. สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน ระบุความสำคัญ สาเหตุสำคัญ จุดเด่น ของเรื่อง

นั้นๆ

- 1.2 สามารถให้ความหมายหรือนิยามของเรื่องได้
2. สามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้งหรือข้อถกเถียง และความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูล
 - 2.1 สามารถระบุความมีเหตุผลหรือนำเชื่อถือได้ของข้อมูล
 - 2.2 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลและไม่มีเหตุผล
 - 2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 2.4 สามารถบอกจุดร่วมของสิ่งต่างๆจนสามารถแยกแยะและจัดหมวดหมู่/จัดประเภทของข้อมูลได้
3. สามารถตั้งคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น และสามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจน
4. สามารถพิจารณาประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ว่า เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญหรือข้อมูลจากแหล่งใด กลุ่มเครือข่ายหรือไม่กลุ่มเครือข่าย ข้อมูลใดเป็นจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ข้อมูลใดไม่จำเป็น ไม่เกี่ยวข้อง หรือข้อมูลใดควรเชื่อ หรือไม่ควรเชื่อ ข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ ไม่มีข้อโต้แย้ง มีเหตุผลน่าเชื่อถือ
5. ความสามารถสังเกตและตัดสินข้อมูลได้ด้วยตนเอง หรือได้ยินเสียงฟังมาจากคนอื่นโดยไม่ใช้อารมณ์ ความรู้สึกเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถขจัดอคติความลำเอียงส่วนตัวในการพิจารณาข้อมูล
6. สามารถนำหลักการใหญ่ๆ ไปแตกเป็นหลักการย่อยๆ หรือสามารถนำหลักการไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆ หรือสามารถนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติจริง (นิรนัย)
7. สามารถสรุปอ้างอิงจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จากหลักการย่อยๆ ไปสรุปเป็นหลักการใหญ่ๆ (อุปนัย)
8. สามารถประเมินและพิจารณา ตัดสินความคุ้มค่าของข้อมูลได้ โดยมีข้อมูลเพียงพอที่จะบอกว่าสิ่งใดดี สิ่งใดไม่ดีก่อนการตัดสินใจ สิ่งใดเป็นคุณค่าแท้ คุณค่าเทียม สิ่งใดถูกหรือสิ่งใดผิด สิ่งใดเป็นอคติเข้าข้างตนเอง ระบุได้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิด สิ่งใดเป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ ทั้งในระดับย่อยและในภาพรวม
9. สามารถให้ความหมายของคำต่างๆและตัดสินความหมายต่างๆ
 - 9.1 สามารถบอกคำเหมือนหรือคำที่มีความหมายคล้ายกันได้
 - 9.2 สามารถจำแนก จัดกลุ่มได้
 - 9.3 สามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติได้

9.4 สามารถยกตัวอย่างคำที่ใช้แล้วหรือยังไม่ได้ใช้ได้

10. สามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลังได้

11. สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ เข้าใจตนเองและเข้าใจคนอื่น สามารถประเมินสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีในการเข้าร่วมกับคนอื่น มีความรู้สึกไวต่อปฏิริยาของคนและสามารถปรับตัวเข้ากับคนอื่นได้อย่างเหมาะสม

12. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติได้ สามารถกำหนดปัญหา วางแผน กำหนดทางเลือกและทบทวนทางเลือก และตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ชนาธิป พรกุล (2544, หน้า 177-178) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 4 องค์ประกอบ และในแต่ละองค์ประกอบจะมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียนได้แก่

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึกได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ

2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อทำให้กระจ่างหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญคืออะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร อะไรที่ไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือนสิ่งที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง

3. การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถในการให้เหตุผล

4. การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป โดยการนิรนัยและตัดสินใจอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินใจสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

คันทันย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ (2544, หน้า 37) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 7 ประการคือ

1. จุดหมาย คือเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือ คิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ ผู้คิดสามารถระบุคำถามของปัญหาต่างๆรวมทั้งปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไขหรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้

3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้อื่นๆเพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่างๆที่ได้มาควรมีความกว้างลึก ชัดเจน ยึดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้อง และมีความพอเพียงต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอยู่ อาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวความคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผลและแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ และเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

6. ข้อเสนอพื้นฐาน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องนึกถึงผลกระทบ คือ ต้องมีความคิดไกล มองเห็นเหตุกับผลที่ตามมา รวมถึงการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

เพ็ญพิศุทธิ เนคมานุรักษ์ (2537, อ้างอิงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, 2551, หน้า 74 -75) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 7 ด้านคือ

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อม จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแหล่งต่างๆที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล หากยังไม่เกี่ยวข้องที่จะใช้พิจารณาลงข้อสรุป ก็จะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

4. การระบุลักษณะของข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องต้นหลังข้อมูลที่ปรากฏ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณา แยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น รวมถึงการระบุข้อสันนิษฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมมาร่วมพิจารณา เพื่อทำการสังเคราะห์ จัดกลุ่มและจัดลำดับความสำเร็จของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการวัดความสามารถหรือกำหนดขอบเขต แนวทางการพิจารณาหาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุหาทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยเน้นที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

6. การลงข้อสรุป เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัย

การใช้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาข้อมูล หรือกรณีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะเรื่อง เพื่อไปสู่กฎเกณฑ์ ในที่นี้เป็นการวัดความสามารถในการสรุปความเหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดเป็นคำถาม โดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุเป็นผลหรือกฎเกณฑ์เพื่อการทำข้อสรุป

การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาเหตุผลจากกฎเกณฑ์และหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการสรุปความโดยพิจารณาจากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมินถูกต้อง สมเหตุผลของข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินอย่างไตร่ตรองรอบคอบ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะจากข้อมูลที่มีอยู่ ข้อสรุปนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ มีผลตามมาอย่างไร มีการตัดสินใจคุณค่าได้อย่างไร และมีหลักเกณฑ์อย่างไร

จากองค์ประกอบของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ สามารถสรุปองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้คือ การตั้งประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูล การพิจารณาตัดสินใจข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการลงข้อสรุปของข้อมูล

6.4 ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew, 1957, p.179 – 181) กล่าวว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยขั้น 5 ขั้น

1. การนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง วิเคราะห์ข้อความ หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน และเข้าใจความหมายของคำหรือข้อความ หรือแนวคิดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ ระบุงองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. การรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยความปรนัย เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ แสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจนมากขึ้น

3. การจัดระบบข้อมูล เป็นความสามารถในการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วิจัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีการต่างๆ เช่น จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับปัญหา ข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น พิจารณาถึงข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงการโฆษณาชวนเชื่อ และตัดสินความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อมูลได้

4. การเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการเลือกสมมติฐาน ที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก การกำหนดสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล พิจารณาทางเลือกหลายๆทางในการแก้ปัญหา

5. การสรุป เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความคลุมเครือของข้อมูล โดยจำแนกข้อมูลที่มีเหตุผลหนักแน่น และน่าเชื่อถือที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจสรุป ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผลเพียงพอ ต้องมีการหาเหตุผลเพิ่มเติมมาพิจารณาตัดสินใจสรุปใหม่ แล้วจึงนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้

ดีคาโรล (Decaroli, 1973 , p. 67-69) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความ และกำหนดเกณฑ์
2. การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล
4. การตีความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน
5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุ และระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์ใช้หรือนำไปปฏิบัติ

เอนนิส (สுகนธ์ สินธพานนท์ อ้างอิงใน Ennis, 1985 p. 45-48) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผล การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. การตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกันกับประเด็นปัญหา

3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัยและนิรนัย

นีดเลอร์ (Woolfolk, 1995, อ้างอิงใน อัครพล ศรีหาคำ, 2545 หน้า 15) ได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. การนิยามและทำความเข้าใจกับปัญหา ประกอบด้วย

1) การระบุประเด็นที่สำคัญหรือระบุปัญหา

2) ทหารเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของ

สิ่งของ

3) การตัดสินว่าข้อมูลใดชัดเจน ข้อมูลใดคลุมเครือ ข้อมูลใดเกี่ยวข้อง ข้อมูลใดไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลใดมีความจำเป็น ข้อมูลใดไม่มีความจำเป็น

4) การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ชัดเจนและลึกซึ้งเกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ประกอบด้วย

1) การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น

2) ตัดสินว่าข้อความนั้น สิ่งนั้น หรือสัญลักษณ์ที่กำหนดคนั้น มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และสอดคล้องทั้งหมดหรือไม่

3) คาดเดาหรือระบุข้อสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

4) ระบุความคิดเดิมๆ ที่คนยึดติด

5) ระบุความมีอคติ บั๊จจัยด้านอารมณ์ การโฆษณา การเข้าข้างตนเอง

6) ระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาและลงข้อสรุป

1) ระบุความเพียงพอของข้อมูล สามารถตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่

2) พยากรณ์/ทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้

บลูมและกาเย่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 หน้า 197-198 อ้างอิงใน Bloom.1961 และ Gagne.1985) ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นกระบวนการที่เริ่มจากสัญลักษณ์ทางภาษา จนโยงมาเป็นความคิดรวบยอด เป็นกฎเกณฑ์และนำกฎเกณฑ์ไปใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การสังเกต ให้ผู้เรียนสังเกต รับรู้ และพิจารณาคำ ข้อความ หรือภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้ทำกิจกรรมการรับรู้ เข้าใจ ได้ความคิดรวบยอดที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ สรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วน ตรงตามหลักฐานข้อมูล

2. อธิบาย ให้ผู้เรียนอธิบายหรือตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่กำหนด เน้นการให้เหตุผลด้วยหลักการ กฎเกณฑ์ อ้างหลักฐานข้อมูลประกอบให้น่าเชื่อถือ

3. รับฟัง ให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากความคิดเห็นของตน ได้ฟัง และได้ตอบคำถามตามความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เน้นการปรับเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล ไม่ใช่อารมณ์หรือความคิดเห็นของตนเองเป็นส่วนใหญ่

4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่างๆ จัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน หาเหตุผลหรือกฎเกณฑ์มาเชื่อมโยงในลักษณะอุปมาอุปไมย

5. วิเคราะห์ จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิดหรือการกระทำที่กำหนด แล้วจำแนกหาข้อดี ข้อด้อย ส่วนดี ส่วนด้อย ส่วนสำคัญหรือส่วนที่ไม่สำคัญจากสิ่งนั้น ด้วยการยกเหตุผลและหลักฐานประกอบ เช่น บอกว่าการกระทำนั้นไม่เหมาะสม เพราะอะไร ถูกต้องเพราะอะไร

6. สรุป ให้ผู้เรียนพิจารณาการกระทำ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันแล้วสรุปผลอย่างตรงไปตรงมาตามหลักฐานข้อมูล เช่น การกระทำนั้นผู้เรียนเห็นว่าเป็นการกระทำที่ถูกต้อง ว่าประเพณีปฏิบัติอย่างไร มีเหตุผลสนับสนุนอย่างไร มีเหตุผลสนับสนุนอย่างไร ข้อความที่กล่าวมานั้นเชื่อถือได้หรือไม่อย่างไร

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2552, หน้า 108 – 109) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยทักษะที่สำคัญดังนี้

1. การนิยาม/ทำความเข้าใจความกระจ่างกับปัญหา
 - ระบุปัญหาได้
 - ระบุสาระสำคัญ

- บอกจุดเด่นของสิ่งต่างๆหรือเรื่องราวต่างๆได้

2. การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

- ทักษะการเก็บรวบรวมข้อมูล

- สังเกตและจำแนกแยกแยะข้อมูลได้ ระบุรายละเอียดได้

- เปรียบเทียบ บอกความเหมือนความแตกต่าง ระบุจุดต่างๆของสิ่งต่างๆ

- จัดหมวดหมู่ข้อมูล

3. การสังเคราะห์

- เลือกใช้ข้อมูลได้ รู้ว่าข้อมูลใดชัดเจน คลุมเครือ ข้อมูลใดจำเป็น จำเป็น ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ไม่น่าเชื่อถือ สามารถนำข้อมูลมาประมวลแล้วสรุปเป็นความคิดได้

4. ประเมินและพิจารณาตัดสินข้อมูล

- รู้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น

- สิ่งใดเกี่ยวข้อง ไม่เกี่ยวข้อง

- ระบุสิ่งที่ป็นอคติ การเข้าข้างตนเอง ขจัดอารมณ์ความรู้สึก

- ระบุได้ว่าสิ่งใดถูกผิด สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดมีคุณค่า ไม่มีคุณค่า

วัตสันและกลเซอร์ (Watson-Glaser, 1964, p. 24) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้ และทักษะในเรื่องต่อไปนี้

1. การอุปนัย

2. การระบุมมตฐฐาน

3. การอุปมาน

4. การตีความ

5. การประเมินการอ้างเหตุผล

จากการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากนักการศึกษาหลายๆท่าน ได้เสนอองค์ประกอบและทักษะกระบวนการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในหลายๆประเด็น โดยสามารถจำแนกองค์ประกอบของทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้เป็นตารางสังเคราะห์ดังนี้

ตาราง 6 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบของทักษะ กระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ความสามารถในการนิยาม ปัญหา	ความสามารถในการการ กำหนดสมมติฐาน	ความสามารถในการรวบรวม ข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล	ความสามารถในการประเมิน พิจารณาตัดสินข้อมูล	ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุปข้อมูล	ความสามารถในการนำไป ประยุกต์ใช้
1. Watsan- Glaser	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Decaroli	✓		✓	✓	✓	✓
3. Needler	✓		✓	✓		
4. Dressel - Mayhew	✓	✓	✓	✓	✓	
5. Ennis	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Feeley		✓	✓			
7. ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ	✓	✓	✓	✓		
8. ชนาธิป พรกุล	✓		✓	✓		
9. เพ็ญศรี เนคมานุ รักษ์	✓	✓	✓	✓	✓	
ความถี่	8	6	9	8	5	3

จากตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
จากนักการศึกษาหลายๆท่าน โดยพิจารณาเลือกองค์ประกอบของทักษะในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณที่มีความถี่สอดคล้องกัน มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ได้เป็น 5 องค์ประกอบคือ
ความสามารถในการนิยามปัญหา ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน ความสามารถในการ
รวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล
ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีทั้งหมด 5 ด้าน
ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา หมายถึงความสามารถระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน ระบุความสำคัญ สาเหตุสำคัญ จุดเด่น ของเรื่องนั้นๆ สามารถให้ความหมายหรือนิยามของเรื่องได้ ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2. ความสามารถในการกำหนดสมมุติฐาน หมายถึงความสามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุหาทางเลือกที่เป็นไปได้ พิจารณาทางเลือกหลายๆทางในการแก้ปัญหา โดยเน้นที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

3. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล หมายถึงความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีการต่างๆ

4. ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล หมายถึงสามารถระบุความมีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ สามารถในการพิจารณาประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแหล่งต่างๆ รู้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ระบุสิ่งที่เป็นอคติ การเข้าข้างตนเอง ขจัดอารมณ์ความรู้สึก ระบุได้ว่า สิ่งใดถูกผิด สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดมีคุณค่า ไม่มีคุณค่า

5. ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล หมายถึงความสามารถในการลงข้อสรุป โดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัยก็ได้

6.5 การวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทิสนา แคมณีและคณะ (2544, หน้า 182) กล่าวถึงแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

6.5.1 Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal แบบทดสอบนี้สร้างโดย Watson และ Glaser (1937) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ.1980 สำหรับใช้กับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบ (form) ซึ่งคู่ขนานกันคือ แบบ A และแบบ B แต่ละประเภทประกอบด้วย 5 แบบทดสอบย่อย (subset) มีข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที แต่ละแบบสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆกัน ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง (true) น่าจะเป็นจริง (probably true) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (insufficient data) น่าจะเป็นเท็จ (probably false) และเป็นเท็จ (false)

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (recognition of assumption) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็น ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย (deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้ โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการแปลความ (interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของข้อสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายในสถานการณ์นั้น

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (evaluation of arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของ

คำตอบพร้อมเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับ โดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

คุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบนี้มีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยมีวิธีการหาความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งข้อสอบ มีพิสัยระหว่าง 0.69 ถึง 0.85 และมีความเที่ยงแบบความคงที่โดยวิธีการสอบซ้ำ (ระยะห่างระหว่างการสอบ 3 เดือน) เท่ากับ 0.73 มีการตรวจสอบความตรง โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนสอบกับคะแนนจากแบบสอบเชาวน์ปัญญาแบบวัดเจตคติ และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.5.2 Cornell Critical Thinking Test, Level X and Level Z

1. ลักษณะทั่วไปของข้อสอบ

Cornell Critical Thinking Test พัฒนาขึ้นโดย Ennis และ Millman (1985) พัฒนาขึ้นมาโดยยึดทฤษฎีของ Ennis เป็นหลัก ทฤษฎีนี้ได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ

1.1 การนิยามปัญหา/สิ่งเกี่ยวข้องกับการทำให้กระจ่าง (define and clarity) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆดังนี้

1.1.1 ระบุประเด็นปัญหาต่างๆที่สำคัญ (identify problems) ระบุข้อสรุป (identify conclusion)

1.1.2 ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ (identify reasons)

1.1.3 ตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ (identify appropriate questions to ask)

1.1.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น (identify assumptions)

1.2 พิจารณาตัดสินข้อมูล (judge information) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆดังนี้

1.2.1 ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (determine credibility of source and observation)

1.2.2 ตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา (determine relevance)

1.2.3 ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล (recognize consistency)

1.3 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล (inference solving problem and draw reasonable conclusion) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆดังนี้

1.3.1 ตัดสินสรุปแบบอุปนัยและอ้างอิง (infer and judge inductive conclusions)

1.3.2 การนิรนัย (deduction)

1.3.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา (predict probable consequence)

คู่มือการใช้แบบสอบได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมีความสมรรถภาพในการตัดสินได้ว่าสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะดังนี้

1. ข้อความที่ใช้สืบเนื่องมาจากข้อความที่กำหนดให้ (premises)
2. สิ่งที่ถูกกล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น (assumption)
3. สิ่งที่เกิดขึ้นได้มีความตรง (validity)
4. สิ่งที่ถูกกล่าวหาเชื่อถือได้ (reliable)
5. การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง (simple generalization)
6. สมมุติฐานมีความสมเหตุสมผล (hypothesis)
7. ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม (theory)
8. ประเด็นโต้แย้งกับประเด็นที่คลุมเครือ (ambiguity)
9. ข้อความที่ใช้มีความเฉพาะและชัดเจน (specific)
10. การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น (relevant)

แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test ทั้ง Level X และ Level Z เหมาะสำหรับใช้กับกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม และสมรรถภาพที่มุ่งวัดมีความแตกต่างกันตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ โดยแบบสอบ Level X ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 71 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 4 ด้าน คือ ด้านการตัดสินสรุปการอ้างอิงแบบอุปนัย (inductive inference) การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (credibility of sources and observation) การนิรนัย (deductive) และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (assumption identification) ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุมทั้ง 7 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถภาพที่ 7, 8 และ 9

สำหรับแบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level Z ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 52 ข้อ โดยวัดองค์ประกอบของการคิด 7 ด้าน คือ การนิรนัย (deduction) การให้ความหมาย (meaning) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (credibility) การสรุปโดยอ้างเหตุผลที่สรุปด้วยข้อมูล (inductive inference, direction of support) การสรุปโดย

การทดสอบสมมุติฐาน และการทำนาย (inductive inference, prediction and hypothesis testing) การนิยามและการใช้เหตุผลที่ไม่ปรากฏ (definition and unstated reasons) และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (assumption identification) ซึ่งสมรรถภาพที่มุ่งวัดครอบคลุมทั้ง 10 ลักษณะ ยกเว้นสมรรถนะที่ 7 และเน้นน้อยลงสำหรับสมรรถภาพที่ 3 และ 4

คุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X มีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 0.79 ส่วน Level Z มีค่าความเที่ยงอยู่ใน 0.50 ถึง 0.77 ในด้านความตรงของแบบสอบมีการศึกษาทางด้านเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์และการวิเคราะห์ตัวประกอบ

6.5.3 The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test

ลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบ

The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test พัฒนาขึ้นโดย Robert H. Ennis และ Eric Weir (1985) แบบสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา แต่มีผู้นำไปใช้อย่างได้ผลกับเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบนี้ต้องการทดสอบประเด็นการคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจับประเด็น (getting the point) การพิจารณาเหตุผลและข้อตกลงเบื้องต้น (seeing the reason and assumption) การเสนอประเด็นของตนเอง (stating one's point) การใช้เหตุผลที่ดี (offering good reasons) การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น (seeing other possibilities)

ในการสอบผู้สอบจะได้อ่านจดหมายสมมุติที่มีผู้เขียนถึงบรรณาธิการหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง จดหมายประกอบด้วยข้อความ 8 ย่อหน้า แสดงการโต้แย้งถึงการให้ยกเลิกกฎระเบียบอย่างหนึ่ง งานของผู้สอบคือจะต้องเขียนตอบจดหมายดังกล่าวด้วยความยาว 8 ย่อหน้าเช่นกัน พร้อมทั้งประเมินความคิดโดยภาพรวมของจดหมายดังกล่าว คู่มือของการสอบมีการระบุถึงลักษณะการตอบที่อาจนำมาใช้ และวิธีการตรวจให้คะแนน เมื่อเข้าใจคำแนะนำแล้วจึงให้ลงมือทำ

คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบมีค่าความเที่ยงและความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจ (interpreter reliability) เท่ากับ 0.86 และ 0.82

6.5.4 Cornell Class reasoning Test from X

ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

Cornell Class reasoning Test from X พัฒนาขึ้นโดย Robert H. Ennis, William L. Gardiner, Richard Morrow, Dieter Paulus และ Lucille Ringel (1946) แบบสอบนี้ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบนี้ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 72 ข้อ มุ่งตรวจข้อสอบตรรกะจำนวน 12 หลักการ แต่ละหลักการทดสอบด้วยข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามรูปธรรม 4 ข้อ สัญลักษณ์ 1 ข้อ และการสมมุติ 1 ข้อ

คุณภาพของแบบสอบ

แบบสอบมีความเที่ยงแบบสอบซ้ำอยู่ในช่วง 0.66 ถึง 0.88 แบบสอบมีความตรงตามเนื้อเรื่อง (content validity) ทางด้านตรรกศาสตร์และการใช้เหตุผลโดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ และคะแนนจากแบบสอบมีความสัมพันธ์กับอายุของผู้ตอบ แต่ไม่สัมพันธ์กับเพศของผู้ตอบ

6.5.6 Cornell Conditional Reasoning Test from X

ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

Cornell Conditional Reasoning Test from X พัฒนาโดย Robert H. Ennis, William Gardiner, John Guzzetta, Richard Morrow, Dieter Paulus และ Lucille Ringle (1946) แบบสอบนี้ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบมีโครงสร้างเหมือนกับ Cornell Class Reasoning Test From X ที่กล่าวมาแล้ว ประกอบด้วยข้อสอบแบบกเลือกตอบ 72 ข้อ แบ่งเป็น 12 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทดสอบหลักการใช้เหตุผลแตกต่างกัน เนื้อเรื่องครอบคลุมเรื่องราวที่เป็นรูปธรรม สัญลักษณ์ และเรื่องสมมุติ ส่วนที่ต่างจาก Cornell Class Reasoning Test From X คือ มีการทดสอบการใช้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มต่างๆ ด้วยเนื้อเรื่องของ Cornell Conditional Reasoning Test from A เป็นชุดของประโยค โดยประโยคแรกเป็นความจริงตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเพียงพอสำหรับการตอบคำถามของประโยคที่ตามมา จึงเป็นการวัดที่เน้นความสามารถในการคิดแบบนิรนัย (deduction)

คุณภาพของแบบทดสอบ

ความเที่ยงของแบบสอบโดยวิธีสอบซ้ำ (ระยะห่างระหว่างการสอบซ้ำประมาณ 10 สัปดาห์) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, มัธยมศึกษาปีที่ 1, มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วง 0.65 ถึง 0.80 หลักฐานสำหรับความตรงของแบบทดสอบคล้ายกับ Cornell Class Reasoning Test

สรุปได้ว่าการวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการวัดอยู่หลายแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมาโดยนักการศึกษาหลายท่าน แต่ละแบบทดสอบมีการออกแบบของแบบทดสอบตรงตามองค์ประกอบของหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีความคล้ายคลึงกัน และแบบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณแต่ละแบบมีความเหมาะสมของแบบทดสอบที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน โดยคำนึงถึงวัยและระดับการศึกษาของผู้ทดสอบเป็นหลัก

จากแบบทดสอบมาตรฐาน Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal, Cornell Critical Thinking Test Level X and Level Z, The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test, Cornell Class reasoning Test from X และ Cornell Conditional Reasoning Test from X เป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีปัญญาเลิศ ระดับมัธยมศึกษาจนถึงวัยผู้ใหญ่ Cornell Critical Thinking Test Level X เป็นแบบทดสอบที่ใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของผู้วิจัยที่ต้องการวัด ผู้วิจัยจึงต้องสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้วิจัยอย่างแท้จริง โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้



7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วันเพ็ญ ปัญญาสิงห์ (2555) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT พบว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจการเรียน กล้าแสดงออก และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนชอบเรียนมากขึ้น สนุกสานกับการเรียน นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กัน สร้างโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ได้เรียนรู้จาก การปฏิบัติ ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 34 คน จากนักเรียนทั้งหมด 41 คิดเป็นร้อยละ 82.93 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 31 คน จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน คิดเป็นร้อยละ 75.61 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ปิ่นแก้ว สระแก้ว (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 86.60/85.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่า 0.6935 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีค่าเฉลี่ยคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT อยู่ในระดับดีมากสุด

วริศรา กุณาบุตร (2558) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏ

จักรการเรียนรู้ 4MAT มีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็น ร้อยละ 97.22 สูงกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 45.79 3) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และมีนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สูงกว่ากลุ่ม ควบคุมร้อยละ 37.93 และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณธนา กิตติภักดิ์ (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิด อย่างมีวิจารณ์ญาณเรื่องปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA เรื่องปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.73/78.37 และ 76.71/75.05 ตามลำดับ การจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6004 และ 0.5431 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ช่วยให้นักเรียนมีการคิดอย่าง มีวิจารณ์ญาณ แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CIPPA อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ CIPPA มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เหมาะสมทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้า ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ จึงควรให้การสนับสนุนให้คุณครูนำแผนเหล่านี้ไปใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตาม จุดประสงค์ของรายวิชา

กมลทิพย์ ไยธีอ่าง (2560) ได้ศึกษาผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิด อย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องพันธะเคมี มีค่าเท่ากับ 74.86/90.00 นักเรียนเพศชายและหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนเพศหญิงหลังเรียนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนเพศชาย อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนทั้งสองเพศมีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณไม่แตกต่างกัน นักเรียน โดยรวมมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องพันธะเคมีโดยรวมอยู่ในระดับมาก

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Patricia A. Arnold (2011) ได้ศึกษาผลจากการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในรายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มทดลองใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อพิจารณาว่าการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนเรื่องกฎของก๊าซ และทักษะการคิดเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการคิดเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

Meltem Irmak (2013) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป พบว่าคะแนนของการเขียนรายงานจากการปฏิบัติการโดยใช้รูปแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 32 คน มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าครูสามารถใช้รูปแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

Ching-mei Tseng (2014) ได้ศึกษาและเก็บข้อมูลผลของการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยเปรียบเทียบผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณของการใช้แบบบันทึกผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม และแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในกลุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 4,417 คน โดยใช้แบบทดสอบฟอรม X ของคอร์เนล วัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยการเขียนรายงานผลการทดลองแบบดั้งเดิม

NS Stephenson (2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในห้องปฏิบัติการเคมีระดับอุดมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มที่ใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และกลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม (TRAD) โดยทั้งสองกลุ่มการทดลองมีการสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการทดลองรูปแบบการเขียนรายงานผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ CCTST 2000 ผลการศึกษาพบว่าศึกษาที่ใช้รูปแบบการเขียนทาง

วิทยาศาสตร์มีพัฒนาการด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณดีขึ้นกว่ากลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานผลการทดลองแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ .05

Gamez Tezcan (2017) ได้ศึกษาผลของการสอนด้วยรูปแบบ 4MAT และแบบจำลองทางสมอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มศึกษาคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 68 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่ใช้รูปแบบ 4MAT 29 คน กลุ่มที่ใช้แบบจำลองทางสมอง 21 คน และกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติ 18 คน โดยทั้งหมดทำการทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการสอนแบบ 4MAT มีประสิทธิภาพกว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบจำลองทางสมองทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Abdelsalam M. Adili (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนักเรียนในเมือง Zarqa ประเทศจอร์แดน ภาคเรียนที่สองปีการศึกษา 2015 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 86 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ 4MAT และกลุ่มควบคุมใช้การเรียนรูแบบปกติ โดยวัดผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Denae Numberg (2017) ได้ศึกษาผลของการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการทดลอง 16 สัปดาห์ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม จำนวน 67 คน กลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 63 คน ผลการวิจัยพบว่า การเขียนผลการทดลองโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการของกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดของการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MATร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH)

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ แก้วอุไร อาจารย์ผู้สอนประจำภาคการศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรอนันต์ บุญก่อน อาจารย์ผู้สอนประจำภาคการศึกษา สาขาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

1.3 นายรุ่ง พันธุ์สะโม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสากเหล็กวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

1.4 นางสาวอุษา ปัญญ์อ้าย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนทุ่งเสลี่ยมชินูปถัมภ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

1.5 นางสาวบุญชู นกแก้ว ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.1 การทดลองกลุ่มย่อย ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 โรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม จำนวน 3 คน แบ่งนักเรียนที่เป็นนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เวลา และสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปัญหาที่เกิดขึ้นมาแก้ไข ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

2.1.1 นักเรียนกลุ่มเก่ง ต้องเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา ไม่ต่ำกว่า 3.00

2.1.2 นักเรียนกลุ่มปานกลาง ต้องเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา ระหว่าง 2.00 – 3.00

2.1.3 นักเรียนกลุ่มอ่อน ต้องเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา ต่ำกว่า 2.00

2.2 การทดลองภาคสนาม ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน 31 คน เพื่อพิจารณาหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

1. การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ขอบข่ายของคำอธิบายรายวิชา คู่มือครู และหนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

1.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

ตาราง 7 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพ ภาพของ สิ่งมีชีวิต	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา
			15 ชั่วโมง
1. การลำเลียงสารผ่านเซลล์	ว 1.1 ม.4 -6/1 ทดลองและอธิบาย การรักษาคุณภาพ ของเซลล์ของ สิ่งมีชีวิต	-สารต่างๆเคลื่อนที่ผ่านและออกจากเซลล์ อยู่ตลอดเวลา เซลล์จึงต้องมีการรักษาคุณภาพ ภาพเพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตได้ ตามปกติ -เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดย วิธีการแพร่ การออสโมซิส การลำเลียง แบบฟาซิลิเทต การลำเลียงแบบใช้พลังงาน และการลำเลียงสารขนาดใหญ่ -สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการลำเลียงสาร เกิดขึ้นภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ แต่	3

ตาราง 7 (ต่อ)

หน่วยที่ 1 เรื่อง			เวลา
การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	15 ชั่วโมง
1. การลำเลียงสารผ่านเซลล์	ว 1.1 ม.4 -6/1	สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก	3
การรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ว 8.1 ม.4-6/1-12		
2. กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช	ว 1.1 ม.4-6/2	-พืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำโดยมีการควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบและการดูดน้ำที่ราก -การเปิดปิดของปากใบเป็นการควบคุมอัตราการคายน้ำของพืชซึ่งช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำภายในพืชให้มีความชุ่มชื้นในระดับที่พอเหมาะ	3
3. กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของมนุษย์	ว 1.1 ม.4-6/3	-ไตเป็นอวัยวะสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำ สารต่างๆในร่างกายนี่มีโครงสร้างและการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น -ภายในไตมีหน่วยไต ของเหลวที่ผ่านเข้าสู่หน่วยไตส่วนหนึ่งจะถูกดูดซึมกลับสู่หลอดเลือด ส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมกลับ จะผ่านไปยังท่อปัสสาวะ - ยูเรีย โซเดียมไอออน และคลอไรด์ไอออน เป็นของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึมจะถูกขับออกจากไตไปพร้อมกับปัสสาวะ	3
	สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์ และสัตว์อื่นๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ว 8.1 ม.4-6/1-12		

ตาราง 7 (ต่อ)

หน่วยที่ 1 เรื่อง การรักษาดูแลสุขภาพของ สิ่งมีชีวิต	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา 15 ชั่วโมง
4. กลไกการ รักษาอุณหภูมิใน ร่างกาย	ว 1.1 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและ อธิบายกลไกการ ควบคุมอุณหภูมิของ น้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของ มนุษย์ และสัตว์ อื่น ๆ และนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์ ว 8.1 ม.4-6/1-12	- มนุษย์มีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิของ ร่างกายให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดย ศูนย์ควบคุมอุณหภูมิจะอยู่ที่สมองส่วน ไฮโปทาลามัส - สัตว์เลือดอุ่นสามารถรักษาอุณหภูมิของ ร่างกายให้เกือบคงที่ได้ในสภาวะแวดล้อม ต่างๆ ส่วนสัตว์เลือดเย็นอุณหภูมิร่างกายจะ แปรผันตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม	3
5. ภูมิคุ้มกันของ ร่างกาย	ว 1.1 ม.4-6/4 อธิบายเกี่ยวกับ ระบบภูมิคุ้มกัน ของร่างกายและ นำความรู้ไปใช้ในการ ดูแลรักษา สุขภาพ ว 8.1 ม.4-6/1-12	ได้รับวัคซีนในการป้องกันโรคต่างๆครบ ตามที่กำหนด จะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และรักษาภูมิคุ้มกันของร่างกายได้	3

จากตารางแสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สามารถสร้างเป็นเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 5 เรื่อง คือ

- 1.2.1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์
- 1.2.2 กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช
- 1.2.3 กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย
- 1.2.4 กลไกการรักษาอุณหภูมิในร่างกาย
- 1.2.5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต และแนวทางในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ตามแนวคิดของ แมคคาร์ธี (McCarthy, 1987) ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) แแฮนด์ และ คีย์ (Hand and Key, 1999) โดยได้พัฒนาชั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหา ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้อง ตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สัมผัสตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก วิทยากรหรือตัวอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน อภิปรายขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต

1.4 กำหนดให้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เวลาในการเรียนจำนวน 15 ชั่วโมง ประกอบด้วย 5 เรื่องคือ

เรื่องที่ 1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 4 การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

จากการสังเคราะห์เนื้อหาของการจัดการเรียนและการศึกษาขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการ

จัดการเรียนรู้ในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ และนำเนื้อหาทั้ง 5 เรื่องมาจัดกิจกรรมตามรูปแบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยมี 8 ชั้น โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาของกิจกรรม ดังนี้

ตาราง 8 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	กิจกรรม
ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ	- ใช้คำถามหรือสื่อการเรียนรู้ อาทิ สื่อ power point สื่อวิดีโอ รูปภาพ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้	- อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน	- ครูกระตุ้นให้นักเรียนต้องการเรียนรู้ โดยการใช้คำถามหรือสื่อการเรียนรู้ อาทิ สื่อ power point สื่อวิดีโอ สื่อรูปภาพ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน - แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ครูตั้งคำถามที่ให้นักเรียนร่วมอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน - นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน
ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์	- สังเกตการณ์เขียนสะท้อนความรู้เดิมของนักเรียน - เสริมแรงให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์	- เขียนสะท้อนประสบการณ์ความรู้เดิม - แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน	- นักเรียนแต่ละคนเขียนสะท้อนความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน โดยการเขียนสรุปความรู้ของตนเองบนกระดานหรือกระดาษโน้ตเป็นประโยคสั้นๆที่เข้าใจ - นักเรียนเรียนออกมาเรียนรู้ความรู้เดิมของนักเรียนคนอื่นๆในชั้นเรียน และสังเกตประเด็นที่แตกต่างจากของ

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	กิจกรรม
	ความรู้เดิมกับเพื่อนในชั้นเรียน		ตนเอง
ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด	-คอยให้คำแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนอาจยังไม่เข้าใจ	-เขียนสรุปองค์ความรู้เป็นของตนเองโดยหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง โดยอาจค้นหาจากหนังสือเรียนและเอกสารประกอบการสอนที่ครูแจกให้	-นักเรียนเขียนสรุปความรู้เป็นของตนเอง ลงในกระดาษ โดยเป็นลักษณะความเรียง และระบุประจักษ์พยานหรือแหล่งอ้างอิงของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้	-คอยให้คำแนะนำในการสืบค้นหาข้อมูล	-สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนจากแหล่งอ้างอิง	-นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนจากแหล่งแหล่งอ้างอิงภายนอก อาทิ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต โดยให้มีข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น
ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ	-เสริมความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็นให้กับนักเรียน -จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ใน	-ตั้งคำถาม/ปัญหาของการทดลอง -ออกแบบการทดลองและตารางบันทึก	- นักเรียนเพิ่มเติมความรู้บางอย่างที่จำเป็นจากครูผู้สอน - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง - นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยนำ

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	กิจกรรม
	การทดลอง คอยให้ คำแนะนำ นักเรียนในจุดที่ นักเรียนยังขาด ความเข้าใจ	ผลการทดลอง -ปฏิบัติการ ทดลอง -บันทึกข้อมูล และสรุปผลการ ทดลองตาม รูปแบบของ เทคนิคการ เขียนทาง วิทยาศาสตร์ (SWH)	ความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษา ผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้อ ค้นหาข้อมูลที่ นักเรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการ เก็บรวบรวมข้อมูล -นักเรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูล ร่วมกับเพื่อนๆในกลุ่ม ก่อนสรุปผล การทดลอง เพื่อตอบคำถามที่กำหนด ไว้
ขั้นที่ 6 อธิบาย แนวคิด	-คอยให้ คำแนะนำ ผู้เรียนในจุดที่ นักเรียนยังขาด ความเข้าใจ	-เขียนความ เข้าใจของ ตนเองแสดง แนว ความคิดของ ตนบนพื้นฐาน ข้อมูลที่ได้จาก การทดลอง	-นักเรียนเขียนความเข้าใจ แสดง แนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการ เชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และ ข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน
ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยน เรียนรู้	-คอยให้ คำแนะนำ ผู้เรียน -กระตุ้นให้ ผู้เรียนอภิปราย ร่วมกัน	-นำเสนอผล การทดลองและ อภิปราย แลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกับ เพื่อนในชั้น	-นักเรียนนำเสนอผลการทดลองของแต่ละ กลุ่มนำเสนอผลการทดลอง มีการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้ง ภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้ง ข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก วิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้ง

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	กิจกรรม
	วิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ โดยการใช้คำถาม	เรียน	ฟังข้อวิจารณ์ผลของการทดลองอย่างสร้างสรรค์ -หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น
ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง	-คอยให้คำแนะนำผู้เรียน	-สรุปบทเรียน อภิปรายขยาย ขอบข่ายความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้	-นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน อภิปรายขยาย ขอบข่ายความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต

1.5 ดำเนินการสร้างแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เวลาในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 15 ชั่วโมง ประกอบด้วย 5 เรื่องคือ

เรื่องที่ 1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 4 การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.5.1 หัวเรื่อง

1.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.5 สาระการเรียนรู้

1.5.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.5.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.8 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

(SWH)

1.5.9 สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1.5.10 การวัดและประเมินผล

1.6 ดำเนินการสร้างคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบในส่วนที่บกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของกิจกรรมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำต้องมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

1.9 ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ

1.10 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกลุ่มย่อยกับนักเรียนโรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา เวลา กิจกรรม แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข

1.11 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทดลองภาคสนาม กับนักเรียนโรงเรียนวังโพรงพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 1 ห้องเรียน 31 คน เพื่อพิจารณาหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

1.12 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง และจัดพิมพ์เป็นเอกสารฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงต่อไป

2. การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ตามขั้นดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ และวิธีการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

2.2.1 การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์

- ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้
- ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ
- ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด
- ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้
- ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง

2.2.2 การประเมินความเหมาะสมของของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ประกอบด้วย

- 1) คำชี้แจง
- 2) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 การสร้างแบบประเมินมาตราประมาณค่า (Rating Scale) และปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดเป็นคะแนน 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างสำเร็จ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา ความชัดเจนทางภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

1.1 ติดต่อประสานงานกับบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือวิจัยถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ไปยังผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ตัดสินความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103)

1.3 แก้ไข ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปทดลองต่อไป

3. การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 ติดต่อ ประสานงานกับบัณฑิตมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม ผู้อำนวยการโรงเรียนวังโพรงพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 ดำเนินการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา เวลา กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ โดยการทดลองสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสังเกต สัมภาษณ์นักเรียน และเฝ้าดูพฤติกรรมนักเรียนเพื่อนำผลการสังเกตและสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3 ดำเนินการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.4 ปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบ โดยมีการตรวจให้คะแนนดังนี้

2. นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและคู่มือการใช้กิจกรรม จากผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดออกเป็น 5 ระดับ ในแต่ละรายข้อมูลหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ $\bar{X} \geq 3.51$ และ $S.D. \leq 1.00$ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ตามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102 – 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51- 5.00 แปลความว่า กิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51- 4.50 แปลความว่า กิจกรรมมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51- 3.50 แปลความว่า กิจกรรมมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51- 2.50 แปลความว่า กิจกรรมมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00- 1.50 แปลความว่า กิจกรรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยผู้วิจัยได้พิจารณาตามค่า E.I ต้องมากกว่า 0.5 ถึงผ่านเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แหล่งข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายนามผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาการประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก

2. นางวนิดา จันทรมณี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดหนองหลวง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1

3. นายรุ่ง พันธุ์สะโม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโรงเรียนสากเหล็กวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

3. แบบบันทึกภาคสนาม

ขั้นตอนดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

ขั้นสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

1. ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และวิธีสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ศึกษาขอบเขตเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตาราง 9 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน แบบทดสอบ ที่สร้าง	จำนวน แบบทดสอบที่ ต้องการจริง
1. การลำเลียงสารผ่านเซลล์	1. อธิบายการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและแบบใช้พลังงานได้ 2. อธิบายการลำเลียงสารแบบต่างๆได้ 3. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	1
2. กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช	1. อธิบายความสัมพันธ์ของการคายน้ำและการลำเลียงน้ำของพืชเพื่อรักษาคุณภาพของน้ำในเซลล์พืชได้ 2. ทดลองเพื่อศึกษาอัตราการคายน้ำของพืชโดยใช้เครื่องมือชุดโฟโตมิเตอร์อย่างง่ายได้ 3. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	1
3. กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย	1. อธิบายกระบวนการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมนุษย์ได้ 2. สรุปความรู้เกี่ยวกับอาการของโรค วิธีการรักษาโรคไตได้ 3. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	1

ตาราง 9 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน สถานการณ์ ที่สร้าง	จำนวน สถานการณ์ที่ ต้องการจริง
4. การรักษา อุณหภูมิใน ร่างกาย	1. อธิบายกระบวนการรักษาอุณหภูมิของ อุณหภูมิในร่างกายได้ 2. ทดลองการรักษาสมดุลอุณหภูมิของปลา น้ำจืดและบันทึกผลการทดลองได้อย่าง ถูกต้อง 3. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	1
5. ภูมิคุ้มกัน ของร่างกาย	1. อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของผิวหนัง และ อวัยวะของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ 2. อธิบายกลไกในการป้องกันและทำลายเชื้อ โรคและสิ่งแปลกปลอมของระบบภูมิคุ้มกันได้ 3. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	2	1
	รวม	10	5

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิตเป็นแบบวัดอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัด เรื่อง การรักษาอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิต แต่ละสถานการณ์จะเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการรักษาอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิต โดยจะวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 5 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมุติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล โดยออกข้อสอบเป็น 2 เท่าของข้อสอบที่ต้องการใช้ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต้องการใช้คือ 5 สถานการณ์ ออกข้อสอบจำนวน 10 สถานการณ์ และประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยการให้คะแนนเป็นแบบมาตราต่างระดับ (Rubric Score)

4. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้เกณฑ์การวัดแบบมาตราต่างค่าระดับ (Rubric Score) ซึ่งกำหนดประเด็นในการประเมิน 5 ประเด็นดังนี้

4.1 ความสามารถในการนิยามปัญหา หมายถึงความสามารถระบุปัญหาสำคัญได้ ชัดเจน ระบุความสำคัญ สำคัญ จุดเด่น ของเรื่องนั้นๆ สามารถให้ความหมายหรือนิยามของเรื่องได้ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำ หรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับ ขั้นตอนการระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

4.2 ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน หมายถึงความสามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ความสามารถในการคิดถึง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุหาทางเลือกที่เป็นไปได้ พิจารณาทางเลือก หลากหลายทางในการแก้ปัญหา โดยเน้นที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

4.3 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล หมายถึงความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการดึงข้อมูล จาก ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น วิจัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความ พอเพียงของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีการต่างๆ

4.4 ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล หมายถึงสามารถระบุความมี เหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น ระบุ ความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ สามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูล สถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแหล่งต่างๆ รู้ว่าข้อมูลใดเป็น ข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ระบุสิ่งที่ป็นอคติ การเข้าข้างตนเอง ขจัดอารมณ์ความรู้สึก ระบุได้ว่าสิ่งใดถูกผิด สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดมีคุณค่า ไม่มีคุณค่า

4.5 ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล หมายถึงความสามารถในการลง ข้อสรุปโดยการให้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลง ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัยก็ได้

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละประเด็นได้กำหนดระดับการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบทักษะ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความสามารถในการนิยามปัญหา	ระบุปัญหาที่สำคัญได้ชัดเจนตรงตามบทความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	ระบุปัญหาที่สำคัญที่ตรงตามบทความที่กำหนดให้บางส่วนไม่ถูกต้อง	ระบุปัญหาไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้องตรงตามบทความที่กำหนดให้
2. ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน	ระบุข้อสมมติฐานเชิงเหตุผลตามบทความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	ระบุข้อสันสมมติฐานเชิงเหตุผลบางส่วนยังไม่ถูกต้องตามบทความที่กำหนด	ระบุข้อสมมติฐานไม่ถูกต้องตามบทความที่กำหนด
3. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล	รวบรวมข้อมูลและพิจารณาความพอเพียงของข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้มาได้อย่างครบถ้วน	รวบรวมข้อมูล และพิจารณาความพอเพียงของข้อมูลจากบทความที่กำหนดมาให้ได้บางส่วน	รวบรวมข้อมูลพิจารณาความพอเพียงของข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง
4. ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล	ระบุความมีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องชัดเจน	ระบุความมีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	ระบุความมีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลจากบทความที่กำหนดให้ไม่ชัดเจน

ตาราง 10 (ต่อ)

องค์ประกอบทักษะ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
5.ความสามารถใน การสังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	สรุปข้อมูลโดยใช้ เหตุผลจากบทความที่ กำหนดให้ได้อย่าง ถูกต้องครบถ้วน	สรุปข้อมูลโดยใช้ เหตุผลจากบทความที่ กำหนดให้ได้ถูกต้อง บางส่วน	สรุปข้อมูลโดยใช้ เหตุผลจากบทความที่ กำหนดให้ไม่ถูกต้อง

5. นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่
ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
การวัดผลและประเมินผลตรวจสอบ

6. นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแล้วเสร็จเสนอต่อ
ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดโดยมีเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบ
ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบ
ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบ
ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

7. นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ลิวนสายยศ และอังคณา
สายยศ, 2543 หน้า 248 - 249) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50
ขึ้นไป จำนวน 10 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อย่อย

ผลการพิจารณาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 10
สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อย่อย โดยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่า แบบวัด
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต มีค่าดัชนี
ความสอดคล้องที่ใช้ได้ ทั้งหมด 50 ข้อ

8. นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน10....สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อย่อย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5 โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 28 คน ที่เคยผ่านการเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผลการหาค่าความยาก (Difficulty Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอ์ (Whitney and Sabers) เกณฑ์การพิจารณาในการเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 พบว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.81 และหาค่าอำนาจจำแนก(Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอ์ (Whitney and Sabers) เกณฑ์การพิจารณาในการเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.66 โดยผู้วิจัยทำการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 25 ข้อ จำนวน 5 สถานการณ์ ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบาค (Cron brach) โดยพบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

9. จัดพิมพ์เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นสร้างแบบบันทึกภาคสนาม เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ผู้ทำวิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบบันทึกภาคสนาม ซึ่งเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยใช้บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบบันทึกภาคสนาม
2. สร้างแบบบันทึกภาคสนาม ตามแบบของ รัตนะ บัวสนธ์ (2551, หน้า 217) เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในขณะที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

3. กำหนดประเด็นและขอบข่ายพฤติกรรมในการสังเกตที่จะบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน 8 ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยประเด็นที่จะศึกษาได้แก่

3.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ตามองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ

3.1.1 ความสามารถในการนิยามปัญหา หมายถึงความสามารถระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน ระบุความสำคัญ สำคัญ จุดเด่น ของเรื่องนั้นๆ สามารถให้ความหมายหรือนิยามของเรื่องได้ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งการระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

3.1.2 ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน หมายถึงความสามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุหาทางเลือกที่เป็นไปได้ พิจารณาทางเลือกหลายๆทางในการแก้ปัญหา โดยเน้นที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

3.1.3 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล หมายถึงความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีการต่างๆ

3.1.4 ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล หมายถึงสามารถระบุความมีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ สามารถในการพิจารณาประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแหล่งต่างๆ รู้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ระบุสิ่งที่เป็นอคติ การเข้าข้างตนเอง ขจัดอารมณ์ความรู้สึก ระบุได้ว่าสิ่งใดถูกผิด สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดมีคุณค่า ไม่มีคุณค่า

3.1.5 ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล หมายถึงความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัยก็ได้

3.2 ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) คือ พฤติกรรมตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน และในภาพรวมของการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์

4. นำแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของประเด็นที่จะสังเกตผู้เรียน

5. ปรับปรุงและแก้ไขแบบบันทึกภาคสนาม และจัดพิมพ์แบบบันทึกภาคสนามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249)

ตาราง 11 แสดงแบบแผนการวิจัย

Pretest	Treatment	Posttest
T_1	X	T_2

เมื่อ X แทน การทดลองสอนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลองสอนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลองสอนโดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อประสานงานกับบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยการใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน

3. ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แผน ในชั่วโมงเรียน สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 15 ชั่วโมง

4. ทำการบันทึกเหตุการณ์ พฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดขึ้น ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยแบบบันทึกภาคสนาม

5. ทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

6. ตรวจสอบคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลอง มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งกำหนดเป็นค่าคะแนนไว้ 3 ระดับ ดังตารางที่ 10

1.2 วิเคราะห์ข้อมูล โดยการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

2. แบบบันทึกภาคสนาม

นำผลการบันทึกภาคสนาม ที่ได้บันทึกในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ได้บันทึกพรรณนา มาทำการวิเคราะห์หาข้อสรุปอุปนัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการประเมินดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยใช้สูตร E.I (ประสาทเนืองเฉลิม, 2560, หน้า 218 – 219)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{total - P_1}$$

เมื่อ	P_1	แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

2.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 73)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 79)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	X	แทน	จุดกึ่งกลางชั้น
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	n	แทน	จำนวนคะแนนหรือข้อมูลทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 สูตรค่าความเที่ยงตรงเชิงเหตุผลระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรค่าความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248 -249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาค่า IOC นี้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

3.2 ค่าความยาก (Difficulty Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจาร์ณญาณ โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers, n.d. อ้างอิงใน สาค
 แสงผึ้ง, 2546, หน้า 50) ดังนี้

$$P_E = \frac{(S_H + S_L) - (2N_T X_{Min})}{2N_T (X_{Max} - X_{Min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน ค่าความยาก
	S_H	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{Max}	แทน คะแนนสูงสุดของข้อสอบนั้นๆ
	X_{Min}	แทน คะแนนต่ำสุดของข้อสอบนั้นๆ
	N_T	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

3.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่าง
 มีวิจาร์ณญาณ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers, n.d. อ้างอิงใน สาค
 แสงผึ้ง, 2546, หน้า 50-51) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{N_H (X_{Max} - X_{Min})}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{Max}	แทน คะแนนสูงสุดของข้อสอบนั้นๆ
	X_{Min}	แทน คะแนนต่ำสุดของข้อสอบนั้นๆ
	N_T	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณของนักเรียนก่อน
 เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อ
 ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent (ฉ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540, หน้า 248)

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{\sum D^2 - (\sum D)^2}}{n-1}}, df = n - 1$$

- เมื่อ
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต
 - D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน
 - N แทน จำนวนคนที่สอบทั้งหมด



ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยใช้สื่อรูปภาพ หรือวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนมาให้ให้นักเรียนดู เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนรู้และเห็นความสำคัญของเรื่องที่เรียน โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิด และให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหา ร่วมกันในเรื่องที่เรียนรู้ พร้อมทั้งตั้งสมมุติฐานของปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบในขั้นที่ 5 ต่อไป

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและยอมรับความสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน และอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนเขียนสะท้อนความรู้เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนเป็นข้อความสั้นๆที่เข้าใจง่าย พร้อมทั้งให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความรู้เดิมของเพื่อนร่วมชั้น เพื่อตรวจสอบประเด็นที่แตกต่างจากของนักเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนเขียนความคิดรวบยอดเป็นของตนเอง โดยมีลักษณะเป็นความเรียง สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือได้ โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น ในเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น สัมภาษณ์ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอกที่น่าเชื่อถือได้ และนักเรียนเขียนบันทึกข้อมูล

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น ค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้ และตรวจสอบ

สมมติฐาน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลองว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่อย่างไร และผลการทดลองดังกล่าวถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก วิทยานิพนธ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปทบทวน อภิปรายขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต

การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 5 เรื่อง คือ

- เรื่องที่ 1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์
- เรื่องที่ 2 กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช
- เรื่องที่ 3 กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย
- เรื่องที่ 4 การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย
- เรื่องที่ 5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

ตาราง 12 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ			
	1.1 กิจกรรมที่ใช้กระตุ้นให้เกิดความสนใจกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้	4.20	0.84	มาก
	1.2 ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย	3.80	0.45	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.00	0.67	มาก
2	ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์			
	2.1 วิธีการที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนประสบการณ์เดิม มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.20	0.84	มาก
	2.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้เดิมกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน	4.20	0.45	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.30	0.48	มาก
3	ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด			
	3.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดของตนเองได้	4.60	0.89	มากที่สุด
	3.2 เป็นขั้นที่สนับสนุนการสรุปความคิดรวบยอดของผู้เรียนให้เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.50	0.85	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
4	ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้			
	4.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ในเนื้อหา บทเรียนโดยการสืบค้นข้อมูลจากสื่อที่หลากหลาย	4.20	0.84	มาก
	4.2 เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.20	0.79	มาก
5	ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ			
	5.1 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง	4.60	0.89	มากที่สุด
	5.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณโดยผ่านการลงมือปฏิบัติการทดลอง	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.50	0.85	มาก
6	ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด			
	6.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณญาณผ่านการเขียนอธิบายแนวคิดจากผล การทดลอง	4.40	0.89	มาก
	6.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาแหล่งอ้างอิงข้อมูล เพื่อความถูกต้องของผลการทดลอง	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.40	0.84	มาก
7	ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้			
	7.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน ของเพื่อนอย่างสร้างสรรค์	4.20	0.84	มาก
	7.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันและ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.20	0.79	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
8	ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง			
	8.1 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรประจำวัน	4.00	0.71	มาก
	8.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สรุปทเรียนได้ด้วยตนเอง	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.10	0.77	มาก
	ผลเฉลี่ยรวม	4.28	0.75	มาก

จากตาราง 12 พบว่าผลการพิจารณาแสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{x} = 4.28$, S.D. = 0.75)

ตาราง 13 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	คำชี้แจง			
	1.1 องค์ประกอบของคู่มือการจัดกิจกรรมระบุสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ใช้อย่างครบถ้วน	4.40	0.55	มาก
	1.2 คำชี้แจงบทบาทครูอธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไปปฏิบัติได้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.3	คำชี้แจงบทบาทนักเรียนอธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไปปฏิบัติได้	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.60	0.51	มากที่สุด
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1	ขั้นกระตุ้นความสนใจ ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย	4.40	0.89	มาก
2.2	ขั้นสะท้อนประสบการณ์ ใช้วิธีการที่ให้ผู้เรียนสะท้อนประสบการณ์เดิมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.71	มาก
2.3	ขั้นสร้างความคิดรวบยอด ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดของตนเองได้และเป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์	4.00	0.71	มาก
2.4	ขั้นเสริมองค์ความรู้ ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่นำเชื่อถือได้ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.40	0.89	มาก
2.5	ขั้นลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยผ่านลงมือปฏิบัติทดลอง	4.40	0.89	มาก
2.6	ขั้นอธิบายแนวคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านการเขียนอธิบายแนวคิดจากผลการทดลอง	4.40	0.89	มาก
2.7	ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปรายและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.40	0.89	มาก
2.8	ขั้นสรุปความรู้และเชื่อมโยง ผู้เรียนได้ความรู้เพิ่มเติมในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.23	0.78	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3	มาตรฐานและตัวชี้วัด			
	3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ครบถ้วนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.2 ตัวชี้วัดครบถ้วนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	5.00	0.00	มากที่สุด
4	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	4.1 มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด / มาตรฐานการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
	4.3 ครบคลุมด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.20	0.45	มาก
	4.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.60	0.50	มากที่สุด
5	สาระสำคัญ			
	5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	5.2 มีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.3 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.73	0.46	มากที่สุด
6	สาระการเรียนรู้			
	6.1 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6.2	สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี พุทธศักราช 2551	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3	สาระการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการ	4.40	0.55	มาก
6.4	สาระการเรียนรู้ครบถ้วนตามตัวชี้วัด	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.60	0.50	มากที่สุด
7	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
7.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
7.2	ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.3	กิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	4.60	0.55	มากที่สุด
7.4	เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
7.5	ได้ฝึกให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.60	0.55	มากที่สุด
7.6	ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
7.7	เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.63	0.49	มากที่สุด
8	สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
8.1	สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
8.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
8.3	ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
8.4	เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
8.5	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.40	0.55	มาก
8.6	ใบบันทึกกิจกรรมมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.40	0.55	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.40	0.50	มาก
9	การวัดและการประเมินผล			
9.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
9.2	ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
9.3	เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
9.4	เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.55	0.51	มากที่สุด
	ผลเฉลี่ยรวม	4.54	0.57	มากที่สุด

จากตาราง 13 พบว่าผลการพิจารณาแสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57)

ตาราง 14 แสดงผลการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา และเวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียน 3 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ประเด็น	ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ด้านเนื้อหา	1. การลำดับความยากง่ายของเนื้อหายังไม่สมบูรณ์ ทำให้นักเรียนสับสน	1. เรียงลำดับเนื้อหาใหม่ให้มีความง่ายไปหายากเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น
ด้านภาษา	1. ใบกิจกรรมในบางเรื่องใช้คำที่เป็นคำศัพท์ทางชีววิทยาแต่ไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจน ให้นักเรียนไม่เข้าใจ	2. ปรับแก้ไขใบกิจกรรมให้มีความชัดเจนของคำศัพท์ทางชีววิทยา
ด้านเวลา	1. ในการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนทำกิจกรรมบางกิจกรรมไม่ทันในเวลาที่กำหนด 2. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์บางชิ้น อาทิ ชุดเครื่องมือผ่าตัด นักเรียนไม่คุ้นเคยในการใช้	1. ปรับ ลด - เพิ่ม เวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม 2. ครูต้องอธิบายและสาธิตการใช้งานของอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนตามขั้นกิจกรรม

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา เวลา พบว่าในด้านเนื้อหา มีการลำดับความยากง่ายของเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ในการจัดกิจกรรมนักเรียนมีความสับสนในเนื้อหา ผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขเนื้อหาให้มีความยากง่ายโดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจของเนื้อหาได้ดีขึ้น ในด้านของภาษาพบว่าใบกิจกรรมในบางเรื่องใช้คำที่เป็นคำศัพท์ทางชีววิทยาแต่ไม่มีคำอธิบายความหมายของคำศัพท์ให้มีความชัดเจน ทำให้นักเรียนใช้คำศัพท์ในทางชีววิทยาไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขใบกิจกรรมโดยการให้ความหมายของคำศัพท์ทางชีววิทยาในใบกิจกรรมไปด้วย ด้านเวลาพบว่า การปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนทำกิจกรรมบางกิจกรรมไม่ทันในเวลาที่กำหนดเนื่องจากกิจกรรมบางกิจกรรมต้องใช้เวลามาก ผู้วิจัยได้ปรับลดเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม นอกจากนี้แล้วยังพบว่าอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียน

ไม่คุ้นเคยในการใช้ เช่น เครื่องมือผ่าตัดขนาดเล็ก ผู้วิจัยมีแนวทางคือครูต้องอธิบายการใช้งานที่ถูกต้องพร้อมทั้งสาธิตการใช้งานให้นักเรียนดูก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม (75 คะแนน)		ดัชนี ประสิทธิผล (E.I)	ร้อยละ	แปลผล
	คะแนนรวม ก่อนเรียน	คะแนนรวม หลังเรียน			
31	1703	2028	0.52	52	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง 15 พบว่าผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.52 ซึ่งผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตาราง 16 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	38	75	55.47	7.65	22.69*	0.000
หลังเรียน	38	75	65.39	7.11		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ทั้ง 8 ชั้น โดยใช้แบบบันทึกภาคสนามในการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่านักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในทุกๆขั้นตอน ซึ่งกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล และ 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล โดย

ชั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 2 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน จากการตั้งประเด็นปัญหาข้อสมมติฐานเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยนักเรียนสามารถนิยามปัญหาที่กลุ่มตนเองสนใจได้ และตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้าโดยอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิมของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจรรย์ญาณ 1 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล จากการ
 เขียนสะท้อนประสบการณ์การความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เป็นลักษณะข้อความ
 สั้นๆที่เข้าใจได้ง่าย โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่นักเรียนได้เคยเรียนและเขียนสะท้อน
 ความรู้เดิมออกมาได้

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจรรย์ญาณ 3 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 2)
 ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล 3) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล
 จากการค้นหาและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือได้และมี
 ความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจรรย์ญาณ 2 องค์ประกอบคือ 1) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล
 2) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล โดยในขั้นนี้ นักเรียนจะพัฒนาความคิดของตนเอง
 ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งในเนื้อหาที่เรียน โดยใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน
 พร้อมทั้งตรวจสอบความรู้ของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่สืบค้น
 จากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ 1
 องค์ประกอบคือ ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน จากการที่นักเรียนได้ลงมือทดลองซึ่ง
 ก่อนการทดลองนักเรียนจะต้องตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า อย่างมีหลักการ
 หลังจากนั้นลงมือทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีความถูกต้อง และเป็นไปได้หรือไม่

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ
 1 องค์ประกอบคือ ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล เนื่องจากขั้นกิจกรรมนี้ให้นักเรียน
 เขียนอธิบายและสรุปแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยอาศัยข้อมูลที่นักเรียนได้สืบค้นมา และผล
 จากการทดลอง ซึ่งเป็นการอธิบายแนวคิดเป็นความเข้าใจของนักเรียนเอง เป็นการเชื่อมโยง
 ระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ พบว่า นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจรรย์ญาณ 1 องค์ประกอบคือ ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล โดยในขั้นนี้
 จะให้นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งการให้เพื่อนวิพากษ์วิจารณ์ผลงานในลักษณะ
 เชิงสร้างสรรค์ นักเรียนที่นำเสนอรับฟังคำวิจารณ์ และหลังจากการฟังการวิพากษ์วิจารณ์แล้ว

นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่เราเรียนเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร และนำข้อมูลมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ 1 องค์ประกอบคือ ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล จากการที่นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน อภิปรายความรู้พร้อมทั้งเชื่อมโยงไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ เพราะนักเรียนได้ตั้งประเด็นปัญหา/ข้อสมมุติฐาน และลงมือทดลองเพื่อหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลหาประจักษ์พยานเพื่อนำมาสนับสนุนความรู้และผลที่เกิดจากการทดลอง โดยมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ จนนักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องเป็นของตนเอง และเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีพฤติกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ พบว่า จากการที่ครูใช้สื่อรูปภาพ หรือสื่อวิดีโอ รวมทั้งการใช้คำถามในการสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ในเนื้อหาของบทเรียนด้วยตนเอง นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูตั้งคำถามได้เป็นอย่างดี โดยอาศัยความรู้เดิมในการตอบคำถาม นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ พุดคุยกันในกลุ่ม และพยายามช่วยกันตั้งประเด็นคำถามและสิ่งที่ยากเรียนรู้เพิ่มเติม โดยการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งช่วยกันบันทึกลงในแบบบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

จากการตั้งคำถามที่แต่ละกลุ่มต้องการจะหาคำตอบจะนำไปสู่การตั้งสมมุติฐานทางการทดลองในขั้นตอนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ต่อไป โดยคำถามและประเด็นปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย มาจากสิ่งที่ยากเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตัวของนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของเนื้อหาบทเรียนที่จะได้เรียนรู้

จากการตั้งประเด็นปัญหาและคำถาม นักเรียนทุกกลุ่มสามารถตั้งประเด็นปัญหาและคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบในสิ่งที่ยากเรียนรู้

ตัวอย่าง การอภิปรายตั้งประเด็นปัญหาและคำถามภายในกลุ่ม จากการทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องกลไกการรักษาสมดุลน้ำของพืช

...ในฤดูแล้ง พืชได้รับน้ำน้อยมาก แล้วพืชยังจะมีการคายน้ำเยอะอยู่หรือไม่....
 ...พืชที่มีใบขนาดใหญ่ มีอัตราการคายน้ำเยอะกว่าพืชที่มีใบขนาดเล็กหรือเปล่า...

(กลุ่มที่ 1, การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)

...โครงสร้างที่พืชใช้ในการคายน้ำคือปากใบ แล้วพืชแต่ละชนิดมีจำนวนปากใบแตกต่างกันหรือไม่.

...พืชทะเลทราย กับพืชที่อยู่ในน้ำมีกลไกการรักษาสมดุลของน้ำได้อย่างไร...

(กลุ่มที่ 2, การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)

...นอกจากทางใบ พืชยังคายน้ำได้ทางส่วนประกอบอื่นของต้นไม่ได้ชื่อหรือไม่...

...เราจะวัดอัตราการคายน้ำของพืชได้อย่างไร...

...มีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลต่ออัตราการคายน้ำของพืช...

(กลุ่มที่ 2, การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)

ชั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ พบว่า จากการที่ให้ นักเรียนเขียนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะได้เรียนรู้ โดยให้นักเรียนเขียนเป็น ข้อความสรุปสั้นๆที่ตนเองเข้าใจง่าย ผลจากการที่สังเกตพฤติกรรมนักเรียนทุกคนสามารถเขียน ความรู้เดิมของตนเองในเรื่องที่จะเรียนรู้ได้ทุกคน แต่สิ่งที่นักเรียนแต่ละคนเขียน ยังไม่ครอบคลุม เนื้อหาทั้งหมดในเรื่องนั้นๆ แต่หลังจากที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการเขียนสรุปความรู้ เดิมของเพื่อนๆในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีประเด็นของความรู้ในเนื้อหาเพิ่มเติมในบางส่วนที่ แตกต่างจากของตนเอง นักเรียนมีปฏิกริยาตอบรับในการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันไปใน ทิศทางที่ดี ทำให้บรรยากาศการเรียนมีความเป็นกันเอง สิ่งนี้นักเรียนสะท้อนจากการแลกเปลี่ยน ความรู้เดิมซึ่งกันและกัน เช่น

....ผมชอบเวลาที่ได้คุยกับเพื่อน อ่านของเพื่อนที่เพื่อนเขียน เพราะปกติแล้ว ไม่ได้แลกเปลี่ยนความรู้กันเท่าไร ส่วนใหญ่แค่ถามการบ้านกันหลังจากเลิกเรียน...

(นักเรียนคนที่ 1 , การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)

...หนูเพิ่งรู้ว่าที่หนูได้เรียนมาตอนมัธยมต้น หนูจำได้ยังไม่มากพอ ถ้าไม่ได้อ่านแลกลเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้น หนูคงไม่รู้ว่าตัวเองรู้ไม่เยอะเท่าคนอื่นในชั้นเรียน...

(นักเรียนคนที่ 2, การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)

...ชอบที่ได้อ่านของเพื่อนๆ แล้วเอามาเติมเต็มของเรา.....

(นักเรียนคนที่ 3, การบันทึกภาคสนาม 18 พฤษภาคม 2561)



ภาพ 2 นักเรียนเขียนความรู้เดิมของตนเอง

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด พบว่าจากการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้เดิมกับเพื่อนๆ ในขั้นที่ 2 ในขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอดให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้เป็นของตนเอง โดยให้มีลักษณะเป็นความเรียง ที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในสิ่งที่ตนเองเขียนสรุป โดยอาศัยแหล่งสืบค้น อาทิ หนังสือเรียน ใบความรู้ สื่ออินเทอร์เน็ต

พบว่านักเรียนให้ความสนใจกับความถูกต้องของข้อมูลของตนเอง โดยพยายามสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือได้มาสนับสนุนความคิดรวบยอดของตนเองจากเรื่องที่เรียน

การจัดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ มีรายละเอียดของกลไกในการลำเลียงสารเข้า-ออก เซลล์ค่อนข้างซับซ้อน เพราะมีหลายกระบวนการ ทำให้นักเรียนบางคนสับสน ครูจึงคอยให้คำแนะนำในการสืบค้นข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจกระบวนการลำเลียงสารผ่าน

เซลล์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ตนเองเข้าใจและถูกต้องอยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการการจัดกิจกรรมในขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน ทำให้ครูทราบประเด็นเนื้อหาในส่วนที่นักเรียนยังอาจไม่เข้าใจ โดยครูผู้สอนได้ข้อมูลจากการสังเกตสิ่งที่ผู้เรียนเขียน และพฤติกรรมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อจะได้วางแผนหาแนวทางในการเสริมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังขาด และมีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ คลาดเคลื่อน สิ่งที่นักเรียนสะท้อนจากการให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดเป็นของตนเอง เช่น

...สิ่งที่เข้าใจ เมื่อได้สืบค้นข้อมูลแล้วมันถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ แล้วทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น...

(นักเรียนคนที่ 4, การบันทึกภาคสนาม 22 พฤษภาคม 2561)

...การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือได้ ทำให้เรามีความพยายามในการหาข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อตรวจสอบว่าที่เราเข้าใจ ถูกต้องหรือไม่ และทำให้เราอ่านหนังสือเยอะขึ้น...

(นักเรียนคนที่ 5, การบันทึกภาคสนาม 22 พฤษภาคม 2561)

...ได้เขียนสรุปและหาข้อมูลเอง ทำให้เราจำและเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น...

(นักเรียนคนที่ 6, การบันทึกภาคสนาม 22 พฤษภาคม 2561)




ภาพ 3 นักเรียนเขียนความคิดรวบยอดเป็นของตนเอง และการสืบค้นข้อมูล

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้พบว่า นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งภายนอกที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาที่เชิงลึกมากกว่าที่นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดด้วยเอง ซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมมีความซับซ้อนของเนื้อหา แต่ผู้เรียนอ่านและทำความเข้าใจ โดยคอยซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ภายในกลุ่มเพื่อนำเอาข้อมูลของเนื้อหาที่ตนเองสืบค้นมาได้ ร่วมซักถามหาข้อมูลที่ถูกต้อง จากการสังเกตการณ์เขียนบันทึกข้อมูลของนักเรียนในชั้นเรียน นักเรียนสามารถบันทึกการสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยมีเนื้อหาที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และแหล่งสืบค้น อ้างอิงข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

จากการจัดกิจกรรมที่ 3 กลไกการรักษาอุณหภูมิของสารในร่างกาย พบว่านักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมความรู้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกได้ และข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นักเรียนนำมาสรุปอ้างอิง

	
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ <i>Thermoregulation</i>	
▶ อัตรารักษาอุณหภูมิ ๑ ชนิดตามแหล่งที่มาของความร้อนจากสิ่งแวดล้อม คือ	
1) Poikilotherm -	สัตว์ที่อุณหภูมิในร่างกายเปลี่ยนแปลงในทันที
	สัตว์ในกุ่มน้ำใส่น้ำ สัตว์ในน้ำและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลื้อยคลาน
2) Homeotherm -	สัตว์ที่อุณหภูมิในร่างกายคงที่ ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมภายนอกจะเปลี่ยนแปลงไป
	สัตว์ในกุ่มน้ำใส่น้ำ สัตว์บกและสัตว์เลื้อยคลานขนาดใหญ่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก สัตว์น้ำ
▶ ผลการวิจัยร่วมแหล่งอ้างอิงได้ ๑ ชนิดตามแหล่งที่มาของความร้อนในร่างกาย คือ	
1) Ectotherm -	สัตว์ที่รับความร้อนจากรอบตัวจากสิ่งแวดล้อม
	สัตว์ในกุ่มน้ำใส่น้ำ สัตว์ในน้ำและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก สัตว์น้ำ
2) Endotherm -	สัตว์ที่สร้างพลังงานความร้อนขึ้นเองจากกระบวนการเผาผลาญอาหาร
	สัตว์ในกุ่มน้ำใส่น้ำ สัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (กระทรวงศึกษาธิการ, พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ ชั้น 5-

ภาพ 4 ผลงานการเขียนบันทึกเพิ่มเติมของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูคอยแนะนำข้อมูลแค่บางส่วนที่จำเป็นต่อการทดลองเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา/สมมุติฐาน ที่ได้ร่วมกันตั้งไว้ในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 นักเรียนสามารถช่วยกันออกแบบการทดลองและนำเอาความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการปฏิบัติการทดลอง สามารถใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง นักเรียนร่วมกันศึกษาผลที่เกิดขึ้น และสามารถบันทึกผลการทดลองตามแนวการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ได้เป็นอย่างดี โดยมีครูคอยให้คำแนะนำในการเขียนให้ถูกต้อง

นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตที่พบขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือในการเขียนบันทึกผลการทดลองตามเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนบางคน ยังอาจมีความสับสนกับรูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เนื่องจากความคุ้นเคยในรูปแบบการบันทึกผลการทดลองแบบปกติที่เคยบันทึก เพราะการบันทึกผลการทดลองตามปกตินั้น ไม่ได้เน้นการอ้างถึงประจักษ์พยานที่เหมาะสมเพียงพอที่จะสนับสนุนการสรุปผลการทดลอง เพื่อให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนบันทึกผลการทดลองตามเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ดีขึ้นเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เช่น

...การเขียนบันทึกผลการทดลองโดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เราได้ผลมาจากการทดลอง...

(นักเรียนคนที่ 7, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...ขอบที่ได้เรียนและได้ทดลอง ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ และการได้ช่วยกันคิดเองทำให้เรียนแล้วสนุก...

(นักเรียนคนที่ 8, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...ได้ค้นหาคำตอบว่าผลที่ได้จากการทดลอง เมื่อเทียบกับข้อมูลที่เราศึกษามาแล้วมันตรงกันหรือไม่...

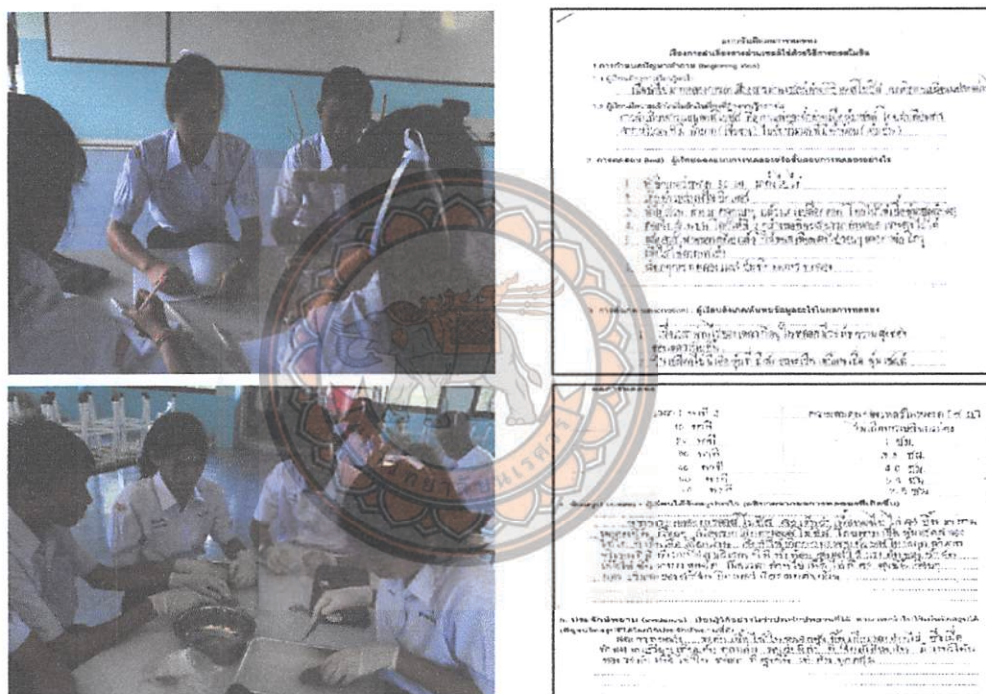
(นักเรียนคนที่ 9, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...การเรียนรู้แบบได้ลงมือปฏิบัติ ทำการทดลองทำให้เวลาเรียนรู้สึกไม่น่าเบื่อ...

(นักเรียนคนที่ 10, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...ชอบที่ได้ลงมือปฏิบัติ สนุกและได้ความรู้...

(นักเรียนคนที่ 11, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)



ภาพ 5 การทดลองของนักเรียนและแบบบันทึกการทดลอง ตามเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด ซึ่งเป็นขั้นที่ให้นักเรียนเขียนความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน พบว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดของตนเอง โดยนักเรียนได้นำเอาผลการทดลองของกลุ่มตนเองมาพิจารณาเปรียบเทียบกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 และ 4 มาแล้ว รวมไปถึงนักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มร่วมกันถึง

ผลการทดลองกับประเด็นปัญหา/สมมติฐานของกลุ่มตนเองที่ตั้งไว้ ว่าผลการทดลองนั้นได้ผลการตรวจสอบที่ให้คำตอบของประเด็นปัญหาหรือสมมติฐานที่กลุ่มได้ตั้งไว้หรือไม่

การเขียนอธิบายแนวคิดเป็นของตนเอง ช่วยให้มีความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนมีความคงทน เพราะผู้เรียนเป็นผู้เขียนอธิบายแนวคิดความเข้าใจด้วยตนเอง และแนวคิดนั้นก็มีความถูกต้อง เพราะเป็นการเชื่อมโยงผลการทดลองกับข้อมูล que ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เมื่อครูสอนในเนื้อหาเรื่องใหม่ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเดิม นักเรียนสามารถตอบคำถามและเชื่อมโยงเนื้อหาได้เป็นอย่างดี เช่น

...การสรุปผลที่ได้จากการทดลอง สามารถนำมาสนับสนุนหลักการของเรื่องที่เรียนได้ ทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น...

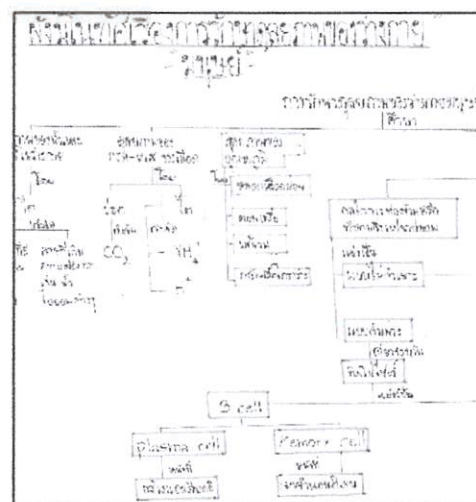
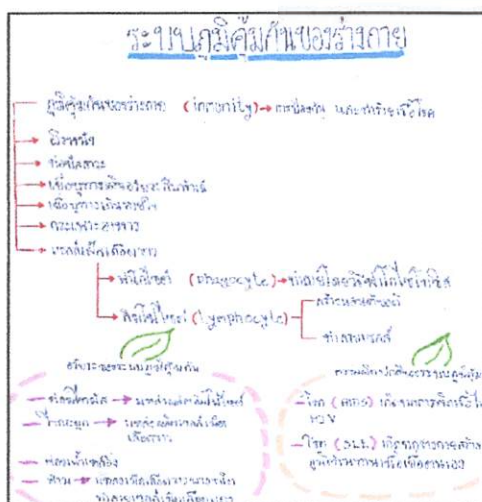
(นักเรียนคนที่ 12, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...การเขียนสรุปความรู้เป็นของตนเอง ช่วยให้เรามีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น...

(นักเรียนคนที่ 13, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...การทดลองเป็นการยืนยันข้อมูลในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เราได้เรียน...

(นักเรียนคนที่ 14, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)



ภาพ 6 ผลงานนักเรียนที่เขียนอธิบายแนวคิดของตนเองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในชั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด

ชั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทดลองและการอภิปรายกลุ่ม เพื่อสรุปแนวคิดของตนเองแล้ว โดยในชั้นนี้นักเรียนจะนำผลการทดลองของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนพบว่าการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่าง อภิปรายซักค้านผลการทดลองร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งเมื่อมีข้อซักถามจากกลุ่มเพื่อนในการนำเสนอผลการทดลอง นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอก็สามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกที่ทางกลุ่มได้สืบค้น มาตอบคำถามของเพื่อนกลุ่มอื่นได้เป็นอย่างดี รวมทั้งกลุ่มนักเรียนที่นั่งฟังการนำเสนอสามารถวิพากษ์วิจารณ์ผลการทดลองของเพื่อนอย่างสร้างสรรค์ ในขณะที่กลุ่มที่นำเสนอผลการทดลองก็ยอมรับฟังข้อวิจารณ์ของเพื่อนเป็นอย่างดี การอภิปรายในชั้นเรียนส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี โดยนักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง ทำให้การความรู้ถูกตรวจสอบภายใต้การวิพากษ์วิจารณ์ผลงานกันอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนๆ ได้ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีหลักการในการคิดพิจารณาตัดสินข้อมูล เพื่อให้สิ่งที่เรียนรู้มีความหมายต่อนักเรียน

จากการจัดกิจกรรมที่ 5 เรื่องภูมิคุ้มกันของร่างกาย นักเรียนสามารถอภิปรายวิพากษ์วิจารณ์ผลงานที่เพื่อนนำเสนอตารางการรับวัคซีนที่จำเป็น โดยการวิพากษ์วิจารณ์เป็นไปอย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนที่นำเสนอก็รับฟังคำวิพากษ์ของเพื่อนโดยไม่มีความอคติ เช่น

...ข้อเสนอแนะของเพื่อนๆ ในชั้นเรียนมีประโยชน์ในการนำปรับปรุงแก้ไขงานให้ดีขึ้น...

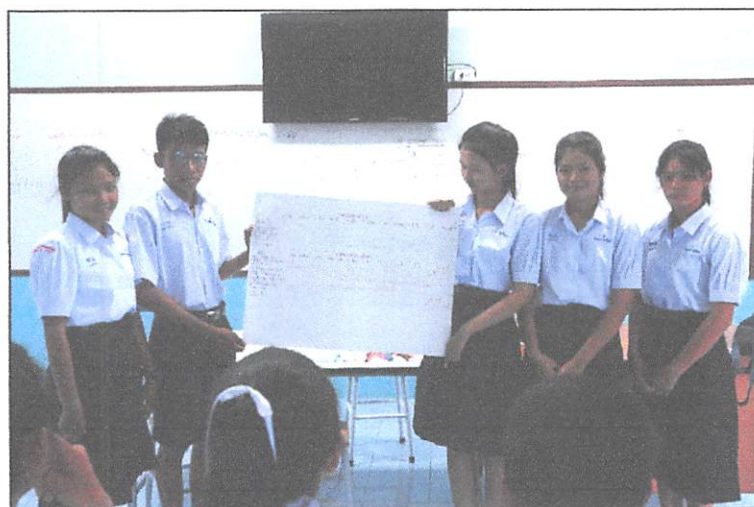
(นักเรียนคนที่ 15, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...การเปิดโอกาสให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของเพื่อน ทำให้เรากล้าที่จะพูด และเมื่อเพื่อนวิจารณ์ผลงานของเรา เราก็ก็นึกการเป็นผู้ที่รับฟังความคิดเห็นของคนอื่น...

(นักเรียนคนที่ 16, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...เวลาที่เพื่อนวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน ทำให้เราได้คิดว่าสิ่งที่เรานำเสนอมีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด และเราจะตอบคำถามอย่างไรให้มีความถูกต้อง...

(นักเรียนคนที่ 17, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)



ภาพ 7 การนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน และการวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้ละเอียดเชื่อมโยง

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 8 สรุปความรู้ละเอียดเชื่อมโยง โดยให้นักเรียนช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้เรียนในเรื่องนั้นๆ ร่วมกัน โดยมีคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าแนวคิดของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่อย่างไร นักเรียนสามารถรวมอภิปรายเสนอแนวคิดของตนเองได้ และสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้รับมาจากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น นอกจากนี้แล้วนักเรียนยังสามารถนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อาทิจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่า จะนำเอาความรู้เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ด้วยกระบวนการออสโมซิส ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การถนอมอาหารด้วยการดอง เป็นต้น ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม นักเรียนสามารถตอบได้ว่า จะนำเอาความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์ใช้อะไรในชีวิตประจำวัน เช่น

...การรักษาตุ่มผิวหนังจริงๆ แล้วเป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวกับตัวเราโดยตรง ถ้าเราเรียนรู้ก็จะช่วยให้เราเข้าใจการทำงานของระบบร่างกายเรามากขึ้น...

(นักเรียนคนที่ 18, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

...ทุกเรื่องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ที่บ้านปลูกผักสวนครัว พอเราเรียนรู้เรื่องการรักษาตุ่มผิวหนังของพืช ทำให้เรารู้ว่าควรรดน้ำต้นไม้ตอนไหนถึงจะดีที่สุด...

(นักเรียนคนที่ 19, การบันทึกภาคสนาม 25 พฤษภาคม 2561)

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

สมมุติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีข้อสรุปดังนี้

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้วิจัยสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ตามแนวคิดของ McCarthy (1987) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้จำนวน 8 ขั้นตอน และนำมาเสริมด้วยเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จึงได้ขั้นตอนการเรียนรู้จำนวน 8 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง โดยเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้มี 5 เรื่องคือ เรื่องที่ 1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ เรื่องที่ 2 กลไกการรักษาดุลยภาพน้ำของพืช เรื่องที่ 3 กลไกการรักษาดุลยภาพของสารในร่างกาย เรื่องที่ 4 การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย และเรื่องที่ 5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.75) และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57)

1.3 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 0.52

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต โรงเรียนไทรย้อยพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 38 คน มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ พบว่าในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้น ในการจัดการเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดปัญหาและคำถามของเนื้อหาที่เรียน พบว่านักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยนักเรียนสามารถนิยามปัญหาของเรื่องที่จะเรียนได้ เพื่อเป็นการกำหนดประเด็นเพื่อแสวงหาคำตอบ ตั้งปัญหาและคำถามเหมาะสมกับเนื้อหา การเขียนความคิดรวบยอด นักเรียนสามารถเขียนสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือได้เพื่อสนับสนุนแนวความคิดของตนเองว่าถูกต้อง เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสืบค้นในประเด็นเนื้อหาเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนได้ นักเรียนระบุแหล่งที่มาของข้อมูลได้อย่างชัดเจน ในการตั้งสมมติฐานทางการทดลองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และตอบคำถามประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้ตั้งไว้ นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานคาดคะเนผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นได้ โดยอาศัยความรู้เดิมและอาศัยความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับจากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือได้ และจากการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน หลังจากที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาและตรวจสอบสมมติฐาน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองบนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ การนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มทำให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ และฝึกให้นักเรียนเป็นผู้รับฟังการวิจารณ์จากเพื่อนที่ดี ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกิดขึ้นจากการวิพากษ์วิจารณ์ของกลุ่มเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนสามารถประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูลได้ว่าหลังจากการวิพากษ์วิจารณ์จากกลุ่มเพื่อนในชั้นเรียน แนวคิดของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ โดยพิจารณาข้อมูลทั้งในเชิง

ปริมาณและเชิงคุณภาพ และนักเรียนยังสามารถสังเคราะห์สรุปข้อมูลโดยใช้หลักเหตุผลและข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน พบว่านักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน จากการสอบถามนักเรียน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจากการทดลองในทุกเรื่องที่เรียน สามารถเห็นตัวอย่างได้ชัดเจน ได้ฝึกทักษะการคิดและการทำงานเป็นกลุ่ม มีการใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม ได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งอื่นๆที่ไม่ใช่เฉพาะในห้องเรียน และนักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้บรรยากาศการเรียนเป็นไปในเชิงบวก และนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเนื้อหาจนเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำมาอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.75) คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีความเหมาะสมโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.57) และมีดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 52 อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนกระบวนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สร้างตามขั้นตอนการสร้างอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่ส่งเสริมความสามารถ

ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ผู้วิจัยใช้แนวคิดของ McCarthy (1987) และเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ได้ใช้แนวคิดของ Hand and Key (1999) จากนั้นทำการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อเชื่อมโยงเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นที่สร้างขึ้นได้ยึดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ตามขั้นของ สุคนธ์ สินธพานนท์ (2554, หน้า 80 -81) ที่มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างประสบการณ์และประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน 2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ 3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด 5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด 6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง 7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ 8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น และยึดรูปแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ตามรูปแบบของ Hand and Key (1999 อ้างอิงใน เตชทัต เรืองธรรม, หน้า 12) ซึ่งมีทั้งหมด 8 องค์ประกอบคือ 1) การกำหนดปัญหา/คำถาม 2) การทดสอบ 3) การสังเกต 4) ข้อสรุป 5) ประจักษ์พยาน 6) การอ่าน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 8 ขั้นตอนคือ 1) กระตุ้นความสนใจ 2) สะท้อนประสบการณ์ 3) สร้างความคิดรวบยอด 4) เสริมองค์ความรู้ 5) ลงมือปฏิบัติ 6) อธิบายแนวคิด 7) ตรวจสอบความรู้ 8) สรุปความรู้และเชื่อมโยง โดยยึดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นแกนหลักเสริมด้วยเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เข้าไปในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1 ตัวชีวิตช่วงชั้นที่ 4-6 และมาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ตัวชีวิต 1-12 ในการดำเนินพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบแก้ไขในส่วนที่ยังบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์ และได้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ คู่มือการใช้กิจกรรม ซึ่งมีเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ 5 เรื่อง ได้แก่ 1) การลำเลียงสารผ่านเซลล์ 2) กลไกการรักษาสมดุลน้ำในพืช 3) กลไกการรักษาคุณภาพของสารใน

ร่างกาย 4) การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย 5) ภูมิคุ้มกันของร่างกาย เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม 15 ชั่วโมง เพื่อที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันในการกำหนดประเด็นปัญหาในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติในการทดลองเพื่อหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาอ้างอิงในการเขียนสรุปองค์ความรู้ให้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการทำงานเป็นกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ และพิจารณาตัดสินข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับ เศรษฐ เรื่องธรรม (2559, หน้า 7) ที่ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จะให้ความสำคัญกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลัก และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีนั้น มีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

จากการทดลองกลุ่มย่อยกับนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา เวลา กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเนินสะอาดพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก พร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนนำมาทดลองภาคสนามเพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 0.52 ตามแนวของ เชนิณู กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545, หน้า 30-36) ที่กล่าวว่า การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาค่า t-test (Dependent sample) เป็นการพิจารณาว่านักเรียนมีการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบกับนักเรียนทุกคนก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า t-test หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดกำลังศึกษามีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้ ซึ่งสอดคล้องกับ รักษาพล ธนานุวงศ์ (2558, หน้า 42) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลเชิงบวกกับนักเรียนคือ ต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีความรู้สึกเป็นเจ้าของของสิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่ท้าทาย เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีลักษณะสถานการณ์ในชีวิตจริง ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และให้นักเรียนมีโอกาสวิพากษ์วิจารณ์ สิ่งที่ได้เรียนรู้ แนวคิดของตนเอง แนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น ผ่านการถาม-ตอบ และการอภิปรายในชั้นเรียน สอดคล้องกับ เศรษฐ เรื่องธรรม (2559, หน้า 7) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง อธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหลักซึ่งสอดคล้องกับหลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น รวมทั้งสามารถนำมาเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 155-159) ได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเรื่องการศึกษาแผนใหม่ (Progressivism) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาแบบก้าวหน้าที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำนั้น โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ในลักษณะที่แตกต่างกัน ถ้าผู้สอนจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละประเภทผู้เรียนก็จะประสบความสำเร็จในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมานำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เข้ามาเสริมรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ในทั้ง 8 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อันเป็นการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีความแตกต่างจากการเขียนบันทึกผลการทดลองตามปกติ ที่ไม่ได้เน้นการอ้างอิงถึงปัจจัยพยานที่เหมาะสมเพียงพอที่จะสนับสนุนการสรุปผลการทดลอง นักเรียนได้ฝึกกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบจากการทดลอง ลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ สืบค้นหาข้อมูลและปัจจัยพยานจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ มีการอภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานอย่างสร้างสรรค์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเองได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครบทั้ง 5 องค์ประกอบ คือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล

นอกจากนี้แล้วบทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงไป จากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นการให้ความร่วมมือและคำแนะนำเมื่อผู้เรียนมีปัญหาในการเรียนรู้ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ซึ่งเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการคิด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันเพ็ญ ปัญญาสิงห์ (2555) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT พบว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจการเรียน กล้าแสดงออกและให้

ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนชอบเรียนมากขึ้น สนุกสานกับการเรียน นักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์กัน สร้างโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุด ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 34 คน จากนักเรียนทั้งหมด 41 คิดเป็นร้อยละ 82.93 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 31 คน จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน คิดเป็นร้อยละ 75.61 ของนักเรียนทั้งหมดที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับ ชิง เหมย เทียง (Ching-mei Tseng, 2014) ได้ทำการวิจัยศึกษาและเก็บข้อมูลผลของการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยเปรียบเทียบผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณของการใช้แบบบันทึกผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม และแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในกลุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 4,417 คน โดยใช้แบบทดสอบฟอร์ม X ของคอร์เนล วัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยการเขียนรายงานผลการทดลองแบบดั้งเดิม

2. ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นสถานการณ์จำนวน 5 สถานการณ์ โดยมีลักษณะอิงเนื้อหาที่เรียน นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรน้อยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 38 คน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากในขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ผู้วิจัยสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จากนักการศึกษาหลายๆท่าน และจากตำราหลายๆเล่ม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT McCarthy (1987) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการสอนแบบ 4MAT เป็นคนแรก ซึ่งเขาได้ประสบความสำเร็จจากการสอนหลายระดับและเป็นที่ยอมรับให้คำแนะนำนักเรียน จึงทำให้เข้าใจถึงความแตกต่าง

ของนักเรียนแต่ละคนด้านสติปัญญา การรับรู้และการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบการเรียนรู้ (Learning styles) ของคอลลัมมาเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมทักษะด้านการคิด ซึ่งมี 8 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน 2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ 3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด 5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด 6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตัวเอง 7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ 8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพิ่มเติม พบว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) นักเรียนจะได้ฝึกกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบจากการทดลอง ลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานทั้งไว้ สืบค้นหาข้อมูลและประจักษ์พยานจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ มีการอภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานอย่างสร้างสรรค์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยยึดขั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT เป็นแกนหลัก ได้ 8 ขั้น คือ 1) กระตุ้นความสนใจ 2) สะท้อนประสบการณ์ 3) สร้างความคิดรวบยอด 4) เสริมองค์ความรู้ 5) ลงมือปฏิบัติ 6) อธิบายแนวคิด 7) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 8) สรุปความรู้และเชื่อมโยง โดยผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 เรื่อง ได้แก่ 1) การลำเลียงสารผ่านเซลล์ 2) กลไกการรักษาดุลยภาพน้ำของพืช 3) กลไกการรักษาดุลยภาพของสารในร่างกาย 4) การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย 5) ภูมิคุ้มกันของร่างกาย ในแต่ละขั้นตอนได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ปฏิบัติจริงทุกขั้นตอน นักเรียนได้ฝึกกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบจากการทดลอง ลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สืบค้นหาข้อมูล และประจักษ์พยานจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ มีโอกาสวิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่ได้เรียนรู้ แนวคิดของตนเอง แนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น ผ่านการถาม-ตอบ และการอภิปรายในชั้นเรียน มีการอภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานอย่างสร้างสรรค์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเองได้ จนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ สอดคล้องกับ สุกนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552, หน้า 80 – 81) กล่าวว่าการพัฒนา
 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณให้นักเรียนจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
 เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันจะทำให้
 นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมิน
 ความคิดเห็นของผู้อื่น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง ส่งเสริมให้นักเรียนวางแผนการทำงาน
 ตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานโดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการ
 พิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงานตามแผน และรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาอย่าง
 เหมาะสม โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ได้นำเอารูปภาพที่
 เกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือวิดีโอที่มีความน่าสนใจ มากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ พร้อมกับตั้ง
 คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาและข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียน
 สนใจ โดยนักเรียนสามารถนิยามปัญหา ระบุปัญหาสำคัญที่นักเรียนอยากรู้ของเรื่องที่เรียนได้
 อย่างชัดเจน และสามารถตั้งสมมุติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า โดยเชื่อมกับความรู้เดิมที่มี
 อยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ชั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ โดยให้นักเรียนเขียนความรู้เดิมของตนเอง
 เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนเป็นข้อความสรุปสั้นๆ และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนเพื่อเติมเต็ม
 ข้อมูลในส่วนที่นักเรียนอาจยังขาด ทำให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาเพิ่มเติมในบางส่วนที่แตกต่าง
 จากของตนเอง และนักเรียนเกิดความสามารถรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้ ชั้นที่ 3 สร้าง
 ความคิดรวบยอด นักเรียนเขียนความคิดรวบยอดของตนเองโดยมีลักษณะเป็นความเรียงที่ถูกต้อง
 ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้เพื่อยืนยัน
 ความถูกต้องของความคิดรวบยอดที่นักเรียนสรุป ทำให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์
 ข้อมูลและสามารถพิจารณาประเมินตัดสินข้อมูลได้ ชั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ นักเรียนสืบค้นข้อมูล
 ให้กว้างขึ้น และเป็นข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดย
 สืบค้นจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล นักเรียนเกิดความสามารถในการ
 ประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล และความสามารถในการสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ชั้นที่ 5 ลงมือ
 ปฏิบัติ นักเรียนทดลองเพื่อตรวจสอบปัญหาและสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ
 จริง โดยออกแบบการทดลองและใช้รูปแบบการบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบการเขียนทาง
 วิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐานคาดคะเนสิ่ง
 ที่จะเกิดขึ้น ชั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดเชื่อมโยงระหว่างผลการทดลองที่
 ได้ความรู้ของนักเรียน กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยหาประจักษ์พยานมาสนับสนุนแนวคิด

ของตนเองให้มีความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้เป็นแนวคิดของตนเอง ชั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ นักเรียนอภิปรายในชั้นเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผลจากการทดลองและข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอกของกลุ่มอื่น และให้เพื่อนกลุ่มอื่นวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ โดยกลุ่มเสนอรับฟังคำวิจารณ์และพิจารณาตัดสินว่าแนวคิดของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้อง ชั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง นักเรียนร่วมกันสรุปทฤษฎี และนำความรู้ที่ได้เรียนไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม นักเรียนสามารถสังเคราะห์และสรุปข้อมูลโดยใช้เหตุผลได้

จากการจัดกิจกรรมดังกล่าว พบว่าสอดคล้องกับ บลูมและกาเย่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 หน้า 197-198 อ้างอิงจาก Bloom.1961 และ Gagne.1985) ที่ได้ให้แนวทางในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นกระบวนการ ที่เริ่มจากสัญลักษณ์ทางภาษา จนโยงมาเป็นความคิดรวบยอด เป็นกฎเกณฑ์ และนำกฎเกณฑ์ไปใช้ โดยมีขั้นตอน คือ การให้ผู้เรียนสังเกตรับรู้ กิจกรรมการรับรู้ เข้าใจ ได้ ความคิดรวบยอดที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ สรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วน ตรงตามหลักฐานข้อมูลให้ผู้เรียนอธิบายหรือตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เน้นการให้เหตุผลด้วยหลักการ กฎเกณฑ์ อ้างหลักฐานข้อมูลประกอบให้น่าเชื่อถือ ให้ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากความคิดเห็นของตน ได้ฟังและได้ตอบคำถามตามความคิดเห็นที่ต่างต่างกัน เน้นการปรับเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล ให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่างๆ จัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน หาเหตุผลหรือกฎเกณฑ์มาเชื่อมโยงจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิดหรือการกระทำที่กำหนด แล้วจำแนกหาข้อดี ข้อด้อย ส่วนดี ส่วนด้อย ส่วนสำคัญหรือส่วนที่ไม่สำคัญจากสิ่งนั้น ด้วยการยกเหตุผลและหลักฐานประกอบ ให้ผู้เรียนพิจารณาการกระทำ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันแล้วสรุปผลโดยตรงไปตรงมาตามหลักฐานข้อมูล สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอ็นเอส สเตปป์สัน (NS Stephenson, 2015) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในห้องปฏิบัติการเคมีระดับอุดมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มที่ใช้การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และกลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานการทดลองแบบเดิม (TRAD) โดยทั้งสองกลุ่มการทดลองมีการสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการทดลองรูปแบบการเขียนรายงานผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ CCTST 2000 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มศึกษาที่ใช้รูปแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์

(SWH) มีพัฒนาการด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณดีขึ้นกว่ากลุ่มที่ใช้การเขียนรายงานผลการทดลองแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน และให้นักเรียนตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบจากการทดลอง ลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนได้สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง สืบค้นหาข้อมูล และประจักษ์พยานจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และสร้างแนวคิดรวบยอดเป็นของตนเอง มีโอกาสวิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่ได้เรียนรู้ แนวคิดของตนเอง แนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น ผ่านการถาม-ตอบ และการอภิปรายในชั้นเรียน มีการอภิปรายกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และวิพากษ์วิจารณ์ผลงานอย่างสร้างสรรค์ และสามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นของตนเองได้ จนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 5 ด้านคือ 1) ความสามารถในการนิยามปัญหา 2) ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน 3) ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล 4) ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล และ 5) ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2560 – 2579) ที่ได้มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การการประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นทักษะสำคัญจำเป็นในโลกศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, หน้า 92) ได้กล่าวว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่า สอดคล้องกับ วิชา ฤๅณาบุตร (2558) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 สูงกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 45.79 3) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สูงกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 37.93 และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการนำกิจกรรมไปใช้ต้องอาศัยความร่วมมือจากนักเรียนในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี จึงจะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากงานวิจัยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และควรปรับปรุงเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. ควรพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในเนื้อหาอื่นๆ ของรายวิชาชีววิทยา เคมี เนื่องจากการวิจัยพบว่ามีผลที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยา และวิชาเคมี

บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ ไยรีอ่าง. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบ 4MAT. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติชัย สุทธาสโนบล. (2545). การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ใน 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อ
พัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: บริษัทวิพันธ์ (1991) จำกัด.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.
พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซน์แอนปริ้นติ้ง.
- เดชทัต เรืองธรรม. (2559). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ:
ทศนา แชมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แชมมณี. (2556). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพฯ: บริษัทแอคทีฟ พริ้น จำกัด.
- บรรจง อมรชิวิน. (2556). Thinking School สอนให้คิด. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2547). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
สุริยาสาริน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุริยาสาริน.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วน
จำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.
- ประสาธ นื่องเฉลิม. (2560). วิจัยการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์แห่ง
มหาวิทยาลัย.
- ปิ่นแก้ว สระแก้ว. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่อง ระบบประสาท

และอวัยวะรับความรู้สึก รายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เพ็ญพิสุทธิ์ เนคมานูรักษ์. (2537). การพัฒนารูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
สำหรับครู. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมธิญ กิจการ, และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). วารสารวัดผลการศึกษา ดัชนีประสิทธิผล.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). คู่มือการจัดระบบการเรียน
การสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: เทียนวัฒนาพรินท์ติ้ง.

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณธนา กิตติภัทท์. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมี
วิจารณญาณเรื่องปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบ CIPPA: มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิศรดา กุณานบุตร. (2558). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.

วันเพ็ญ ปัญญาสิงห์. (2555). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT. ขอนแก่น:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีณา ประชากุล, และประสาท เนื่องเฉลิม. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2.
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2545). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ:
วัฒนาพานิช.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ
ขั้นพื้นฐาน (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559. สืบค้น 1 ตุลาคม

2560, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2555). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา.

กรุงเทพฯ:

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2554). วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคโนโลยีปริ้นติ้ง.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2551). พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 3.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลี้ยงเชียง.

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ. (2546). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2557). เกณฑ์รางวัลคุณภาพแห่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (OBECQA) ของโครงการโรงเรียนมาตรฐานสากล ปี 2557-2558. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

สมนึก ภัททิยธนี. (2548). การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking test). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). หลักการสอนฉบับปรับปรุง. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.ปริ้นติ้ง เอ้าส์.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). ทักษะความคิดพัฒนาอย่างไร. กรุงเทพฯ: อินทร์ณิน.

อุษา วงษาสม. (2553). ผลการเรียนรู้ตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT เรื่องระบบในร่างกายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abdelsalam M. Adili. (2017). The Effect of Teaching Science Using McCarthy's Model (4 MAT) on the 8th Grade Students' Retention of Learning in Jordan: Journal of Education and Psychological Studies.

Ching-mei Tseng. (2014). The effects of the science writing heuristic (SWH) approach

versus traditional instruction on yearly critical thinking gain scores in grade 5-8 classrooms: University of Iowa.

Denae Nurnberg. (2017). Writing-to-Learn in High-School Chemistry: The Effects of Using the Science Writing Heuristic to Increase Scientific Literacy: University of San Francisco.

Dewey. J. (1993). How We Think. New York: D.C. Heath.

Dressel, P.L. and Mayhew, L.B. (1957). General Education : Explorations in Evaluation. 2nd ed. Washington D.C. : American Council on Education.

Decaroli, J. (1973). "Q What Research Say to the Classroom Teacher Critical Thinking : Z," Social Education. 37 (1) 67 - 68.

Ennis, R.H. (1985). Critical thinking and the curriculum. National Forum, 65, 28-31.

Feely, A.J. 1976. Argumentation and Debate : Rational Decision Making. 2d ed. Belmont : Wadsworth Publishing Co., Inc.

Gamze Tezcan. (2017). The Effects of 4MAT Teaching Model and Whole Brain Model on Academic Achievement in Science.

Good, Carter V. (1973). Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Book.

Hilgard, Ernest R. 1962. Introduction to Psychology. 3d rd. New York : Harcourt, Brace & World Inc.

Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. Journal of Research in Science Teaching, 1065-1084.

Meltem Irmak. (2013). Science writing heuristic: An inquiry-based laboratory approach to promote science achievement in general:

McCarthy, Bernice. (1987). A Tale of Four Learners 4MAT Learning Styles. Eric Accession: NISC Discover Report.

N.S.Stephenson. (2015). Developing critical thinking skills using the Science writing Heuristic in the chemistry laboratory: University of West Indies.

Patricia A. Arnold. (2011). Investigating the Impact of the Science Writing Heuristic on Student Learning in High School Chemistry: University Of wisconsin.

Watson, G. & Glaser, E. M. (1964). *Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal*
Manual. New York : Harcourt, Brace and World.





ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรม คู่มือ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.วาริรัตน์ แก้วอุไร อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรอนันต์ บุญก่อน อาจารย์ผู้สอนประจำคณะวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพาง จังหวัดลำปาง ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.3 นายรุ่ง พันธุ์สะโม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสากเหล็กวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา

1.4 นางสาวอุษา บุญไธยชัย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนทุ่งเสลี่ยมชินูปถัมภ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38 จังหวัดสุโขทัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา

1.5 นางสาวบุญชู นกแก้ว ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวังโพรงพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จังหวัดพิษณุโลก ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา

2. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย

2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชำนาญ ปาณวงษ์ อาจารย์ประจำสาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2.2 นางวนิดา จันทรมณี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดหนองหลวง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

2.3 นายรุ่ง พันธุ์สะโม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโรงเรียนสากเหล็กวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จังหวัดพิจิตร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ คู่มือการใช้กิจกรรม และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาคุณภาพของ สิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
เรื่อง คุณภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทาง วิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี วิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ใน ตอนที่ 1 และโปรดระบุข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ในตอนที่ 2

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียน ในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้และยอมรับความสำคัญ ของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียน ระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้อง ตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของ ตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สืบรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูล เพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างให้แก่ผู้เรียน และ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองผู้เรียนนำความรู้มา ปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่ เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการ เก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆก่อนสรุป เพื่อตอบ คำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดง แนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์ พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของ ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้อง และดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน อภิปรายขยาย
ขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอา
ความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต



ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับคือ

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| 5 หมายถึง | มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด |
| 4 หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก |
| 3 หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง |
| 2 หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย |
| 1 หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	<p>ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ</p> <p>1.1 เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้</p> <p>1.2 ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย</p>					
2	<p>ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์</p> <p>2.1 วิธีการที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนประสบการณ์เดิมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน</p> <p>2.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้เดิมกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน</p>					
3	<p>ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด</p> <p>3.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดของตนเองได้</p> <p>3.2 เป็นขั้นที่สนับสนุนการสรุปความคิดรวบยอดของผู้เรียนให้ เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์</p>					

**แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
เรื่อง เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ตอนที่ 1 รายการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	คู่มือการจัดกิจกรรม					
1	คำชี้แจง					
	1.1 องค์ประกอบของคู่มือการจัดกิจกรรมระบุสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ ผู้ใช้ไว้ครบถ้วน					
	1.2 คำชี้แจงบทบาทครูอธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไปปฏิบัติได้					
	1.3 คำชี้แจงบทบาทนักเรียนอธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไปปฏิบัติได้					
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	2.1 ชั้นกระตุ้นความสนใจ ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจ ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย					
	2.2 ชั้นสะท้อนประสบการณ์ ใช้วิธีการที่ให้ผู้เรียนสะท้อน ประสบการณ์เดิมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
	2.3 ชั้นสร้างความคิดรวบยอด ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความคิด รวบยอดของตนเองได้และเป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	คู่มือการจัดกิจกรรม					
	2.4 ชั้นเสริมองค์ความรู้ ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	2.5 ชั้นลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผ่านลงมือปฏิบัติการทดลอง					
	2.6 ชั้นอธิบายแนวคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณผ่านการเขียนอธิบายแนวคิดจากผลการทดลอง					
	2.7 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปรายและยอมรับ พังความคิดเห็นของผู้อื่น					
	2.8 ชั้นสรุปความรู้และเชื่อมโยง ผู้เรียนได้ความรู้เพิ่มเติมในการ นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน					
	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3	มาตรฐานและตัวชี้วัด					
	3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ครบถ้วนตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551					
	3.2 ตัวชี้วัดครบถ้วนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551					
4	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	4.1 มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด / มาตรฐานการเรียนรู้					
	4.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
	4.3 ครอบคลุมด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
	4.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
5	สาระสำคัญ					
	5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
	5.2 มีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย					
	5.3 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
6	สาระการเรียนรู้					
	6.1 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
	6.2 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551					
	6.3 สาระการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการ					
	6.4 สาระการเรียนรู้ครบถ้วนตามตัวชี้วัด					
7	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	7.2 ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
	7.3 กิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)					
	7.4 เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้มีความถูกต้อง					
	7.5 ได้ฝึกให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
	7.6 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
	7.7 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
8	สื่อและแหล่งการเรียนรู้					
	8.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	8.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
	8.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
	8.4 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน					
	8.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
	8.6 ใบบันทึกกิจกรรมมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
9	การวัดและการประเมินผล					
	8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	8.2 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
	8.3 เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	8.4 เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วัน / เดือน / ปี.....

ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียน
ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 17 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ
เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ								
	1.1 กิจกรรมที่ใช้กระตุ้นให้ เกิดความสนใจกับผู้เรียน ทำ ให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้	4	3	4	5	5	4.20	0.84	มาก
	1.2 ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและเร้า ความสนใจของผู้เรียนได้ อย่างเหมาะสมและ หลากหลาย	4	3	4	4	4	3.80	0.45	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.00	0.67	มาก
2	ขั้นที่ 2 สะท้อน ประสบการณ์								
	2.1 วิธีการที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียน สะท้อนประสบการณ์เดิมมี ความเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
	2.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความรู้เดิม กับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจใน เนื้อหาบทเรียน	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.30	0.48	มาก
3	ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบ ยอด								
	3.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน สร้างความคิดรวบยอดของ ตนเองได้	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
	3.2 เป็นขั้นที่สนับสนุนการ สรุปความคิดรวบยอดของ ผู้เรียนให้เป็นไปตามหลักการ ทางวิทยาศาสตร์	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.50	0.85	มาก
4	ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้								
	4.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมการสร้าง องค์ความรู้ในเนื้อหาบทเรียน โดยการสืบค้นข้อมูลจากสื่อที่ หลากหลาย	5	3	4	5	4	4.20	0.84	มาก
	4.2 เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสรุป องค์ความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ เพื่อ	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
	ส่งเสริมความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณญาณ								
	เฉลี่ยรวม						4.20	0.79	มาก
5	ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ								
	5.1 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติการทดลองจริง	5	3	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
	5.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผ่านการลงมือปฏิบัติการ ทดลอง	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.50	0.85	มาก
6	ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด								
	6.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณผ่านการเขียน อธิบายแนวคิดจากผลการ ทดลอง	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
	6.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน หาแหล่งอ้างอิงข้อมูล เพื่อ ความถูกต้องของผลการ ทดลอง	4	3	5	5	5	4.40	0.89	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.40	0.84	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
7	ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้								
	7.1 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้เกิด การวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน ของเพื่อนอย่างสร้างสรรค์	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
	7.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน อภิปรายร่วมกันและยอมรับ ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.20	0.79	มาก
8	ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และ เชื่อมโยง								
	8.1 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้รับ ความรู้เพิ่มเติมในการนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4	3	4	5	4	4.00	0.71	มาก
	8.2 เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้สรุปบทเรียนได้ด้วยตนเอง	4	3	5	5	4	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.10	0.77	มาก
	ผลเฉลี่ยรวม						4.28	0.75	มาก

ตาราง 18 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์(SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
1	คำชี้แจง								
	1.1 องค์ประกอบของคู่มือ การจัดกิจกรรมระบุสิ่งจำเป็น สำหรับผู้ใช้ไว้ครบถ้วน	4	5	4	5	4	4.40	0.55	มาก
	1.2 คำชี้แจงบทบาทครู อธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไป ปฏิบัติได้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.3 คำชี้แจงบทบาทนักเรียน อธิบายขั้นตอนไว้ชัดเจนนำไป ปฏิบัติได้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม						4.60	0.51	มากที่สุด
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้								
	2.1 ชั้นกระตุ้นความสนใจ ใช้สื่อเพื่อกระตุ้นและสร้างความ สนใจของผู้เรียนได้อย่าง เหมาะสมและหลากหลาย	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มาก
	2.2 ชั้นสะท้อนประสบการณ์ ใช้วิธีการที่ให้ผู้เรียนสะท้อน ประสบการณ์เดิมมีความ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3	4	4	5	4	4.00	0.71	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
2.3	ขั้นสร้างความคิดรวบ ยอด ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้าง ความคิดรวบยอดของตนเอง ได้และเป็นไปตามหลักการ ทางวิทยาศาสตร์	3	4	4	4	5	4.00	0.71	มาก
2.4	ขั้นเสริมองค์ความรู้ ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ นำเชื่อถือได้ เพื่อส่งเสริมการ คิดอย่างมีวิจารณญาณ	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มาก
2.5	ขั้นลงมือปฏิบัติ ส่งเสริม ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณโดยผ่านลงมือ ปฏิบัติการทดลอง	3	4	5	5	5	4.40	0.89	มาก
2.6	ขั้นอธิบายแนวคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการ คิดอย่างมีวิจารณญาณผ่าน การเขียนอธิบายแนวคิดจาก ผลการทดลอง	3	5	4	5	5	4.40	0.89	มาก
2.7	ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปราย และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น	3	5	5	4	5	4.40	0.89	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
	2.8 ชั้นสรุปความรู้และ เชื่อมโยง ผู้เรียนได้ความรู้ เพิ่มเติมในการนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	3	4	4	5	5	4.20	0.84	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.23	0.78	มาก
	แผนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้								
3	มาตรฐานและตัวชี้วัด								
	3.1 สาระและมาตรฐานการ เรียนรู้ครบถ้วนตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.2 ตัวชี้วัดครบถ้วนตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม						5.00	0.00	มากที่สุด
	จุดประสงค์การเรียนรู้								
4	4.1 มีความสอดคล้องกับ ตัวชี้วัด / มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	4.3 ครอบคลุมด้าน ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
	4.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินผลได้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม						4.60	0.50	มากที่สุด
	สาระสำคัญ								
5	5.1 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	5.2 มีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.3 มีความเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม						4.73	0.46	มากที่สุด
	สาระการเรียนรู้								
6	6.1 สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	6.2 สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการ เรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	6.3 สาระการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการ	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
	6.4 สาระการเรียนรู้ครบถ้วน ตามตัวชี้วัด	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
	เฉลี่ยรวม						4.60	0.50	มากที่สุด
	กระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้								
7	7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
	7.2 ครอบคลุมสาระการ เรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	7.3 กิจกรรมเป็นไป ตามลำดับขั้นตอนของ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการ เขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	7.4 เนื้อหาในการจัดการ เรียนรู้มีความถูกต้อง	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	7.5 ได้ฝึกให้ผู้เรียนเกิด ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	7.6 ระยะเวลาในการจัดการ เรียนรู้มีความเหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	7.7 เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม						4.63	0.49	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3	4	5			
สื่อและแหล่งการเรียนรู้									
8	8.1 สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
	8.2 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	8.3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้บรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
	8.4 เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	4	5	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	8.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิด ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
	8.6 ใบบันทึกกิจกรรมมี กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน เกิดความสามารถในการคิด คิดอย่างมีวิจารณญาณ	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
	เฉลี่ยรวม						4.40	0.50	มาก
9	การวัดและการประเมินผล								
	9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	9.2 ครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนความ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		คิดเห็นของ							
		ผู้เชี่ยวชาญ							
1	2	3	4	5					
9.3	เครื่องมือที่ใช้วัด								
	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
	การเรียนรู้								
9.4	เกณฑ์การประเมิน								
	สอดคล้องกับความสามารถ	4	5	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
	ผู้เรียน								
	เฉลี่ยรวม						4.55	0.51	มากที่สุด
	ผลเฉลี่ยรวม						4.54	0.57	มากที่สุด

ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องและผลการประเมินความสอดคล้องของแบบ
วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับเนื้อหาและองค์ประกอบ
ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับ
เนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วยบทความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ทั้ง 5 เรื่อง ได้แก่ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย ภูมิคุ้มกันของร่างกาย วิชาชีววิทยา พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

เรื่อง	บทความ
การลำเลียงสารผ่านเซลล์	บทความที่ 1 ครีมน้ำรุ้งผิว
	บทความที่ 2 เครื่องกรองน้ำระบบ RO
กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช	บทความที่ 3 แคคตัส
	บทความที่ 4 บรรจุภัณฑ์
กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย	บทความที่ 5 น้ำแร่
	บทความที่ 6 น้ำดื่ม
การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย	บทความที่ 7 เครื่องทำความร้อน
	บทความที่ 8 แบงก์เย็น
ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	บทความที่ 9 ไข่เลือดออก
	บทความที่ 10 ไข่หวัดใหญ่

ซึ่งในแต่ละเรื่องจะมีบทความที่ให้นักเรียนอ่าน และใช้ความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณในการเปรียบเทียบ พิจารณาข้อมูลของข้อความที่กำหนดให้

2. วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากบทความที่กำหนดให้ โดยใช้
องค์ประกอบของทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีทั้งหมด 5 ด้านดังนี้

2.1 ความสามารถในการนิยามปัญหา หมายถึงความสามารถระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน ระบุความสำคัญ สาเหตุสำคัญ จุดเด่น ของเรื่องนั้นๆ สามารถให้ความหมายหรือนิยามของเรื่องได้ ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำ หรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัยและประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนการระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น

2.2 ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน หมายถึงความสามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง ความสามารถในการคิดถึง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุหาทางเลือกที่เป็นไปได้ พิจารณาทางเลือก หลากๆทางในการแก้ปัญหา โดยเน้นที่ความสามารถพิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

2.3 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล หมายถึงความสามารถในการ รวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการดึงข้อมูลจากประสบการณ์ เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น วินิจฉัยความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ

2.4 ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล หมายถึงสามารถระบุความมี เหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้ของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น ระบุ ความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ สามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความพอเพียงของข้อมูลในแหล่ง ระบุได้ว่าสิ่งใดถูกผิด สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ สิ่งใดมีคุณค่า ไม่มีคุณค่า

2.5 ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล หมายถึงความสามารถในการลงข้อสรุป ข้อมูลโดยการใช้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัยก็ได้

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละประเด็น ได้กำหนดระดับการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 3, 2, 1 ดังนี้

ความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความสามารถในการนิยามปัญหา	ระบุปัญหาสำคัญ/ สาระสำคัญของ บทความที่กำหนดให้ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง	ระบุปัญหาสำคัญ/ สาระสำคัญของ บทความที่กำหนดให้ ได้เพียงบางส่วน	ระบุปัญหาสำคัญ/ สาระสำคัญของ บทความที่กำหนดให้ ไม่ได้
2 ความสามารถในการกำหนดสมมุติฐาน	ระบุข้อสันนิษฐาน คาดคะเนสิ่งที่จะ เกิดขึ้น บอกทางเลือก ที่เป็นไปได้จาก บทความที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง	ระบุข้อสันนิษฐาน คาดคะเนสิ่งที่จะ เกิดขึ้นได้ บอก ทางเลือกที่เป็นไปได้ จากบทความที่กำหนดให้ ได้ถูกต้องเป็น บางส่วน	ระบุข้อสันนิษฐาน คาดคะเนสิ่งที่จะ เกิดขึ้นได้ บอก ทางเลือกที่เป็นไปได้ จากบทความที่กำหนดให้ ไม่ได้ถูกต้อง
3. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	รวบรวมข้อมูลและ พิจารณาความ พอเพียงของข้อมูล ของบทความที่ กำหนดให้ได้อย่าง ถูกต้อง	รวบรวมข้อมูลและ พิจารณาความ พอเพียงของข้อมูล ของบทความที่ กำหนดให้ได้บางส่วน	ไม่สามารถรวบรวม ข้อมูลและพิจารณา ความพอเพียงของ ข้อมูลของบทความที่ กำหนดให้ได้
4. ความสามารถในการประเมินพิจารณาตัดสินข้อมูล	พิจารณาตัดสินข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและ คุณภาพ ได้อย่าง ถูกต้อง	พิจารณาตัดสินข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและ คุณภาพ ได้ถูกต้อง บางส่วน	พิจารณาตัดสินข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและ คุณภาพไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ต่อ)

ความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
5. ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุปข้อมูล	ลงข้อสรุปของบทความที่กำหนดให้โดยใช้เหตุผลในการสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล ชัดเจน และถูกต้อง	ลงข้อสรุปของบทความที่กำหนดให้โดยใช้เหตุผลในการสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ไม่ชัดเจน	ไม่สามารถลงข้อสรุปของบทความที่กำหนดให้ได้

3. โปรดพิจารณาสถานการณ์และข้อคำถามว่ามีความสอดคล้อง (IOC) กับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "คะแนนพิจารณา" ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่า สถานการณ์และข้อคำถามวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า สถานการณ์และข้อคำถามวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1 เมื่อแน่ใจว่า สถานการณ์และข้อคำถามวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. ในการประเมินครั้งนี้ท่านสามารถแก้ไขข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์หรือข้อคำถาม และข้อเสนอแนะอื่นๆ ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ครีมบำรุงผิว

พอใกล้ช่วงหน้าหนาวก็ได้เวลาเตรียมตัวให้พร้อมรับมือหนาวที่กำลังจะมาถึง แต่อย่าลืมเตรียมดูแลผิวสวยให้พร้อมรับมือกับอากาศหนาวด้วย เพราะอากาศที่หนาวเย็นมาพร้อมกับอากาศที่แห้ง ทำให้ผิวแห้งตึง หรือแห้งลอกเป็นขุย แดงคันหรือระคายเคืองง่าย ปล่อยให้ไม่ได้แน่ ดังนั้นการเลือกผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่เหมาะสมกับสภาพผิวจึงมีความจำเป็นอย่างมาก

<p>Jergens Daily Moisture Hydrates & Smooths</p> 	<p>cute Press Ideal White Brighte</p> 
<p>ภาพจาก https://sistacafe.com/summaries/17381</p>	<p>ภาพจาก https://sistacafe.com/summaries/17381</p>
<p>ปริมาณ 250 ml. ราคา 150 บาท โลชั่นบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของ Silk Proteins และพืชตระกูล Citrus ที่ช่วยให้ผิวเนียนนุ่ม เพิ่มความกระจ่างใส และผสมสารปกป้องกันที่ช่วยป้องกันผิวจากความแห้งกร้าน ให้ผิวชุ่มฉ่ำชุ่มชื้น เนื้อผลิตภัณฑ์ค่อนข้างเหลว ซึมไวพอสัมผัส ไม่เหนอะหนะ กลิ่นหอมอ่อนๆ ผลหลังการใช้ – ให้ความชุ่มชื้นได้ดีมากนอนในห้องแอร์แต่ผิวก็ยังคงความชุ่มชื้นอยู่ กลิ่นหอมอ่อนคล้ายดี สามารถใช้เป็นมอยส์เจอร์ไรเซอร์ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน คนผิวแห้งแต่ต้องการความชุ่มชื้นแบบไม่เหนอะหนะน่าจะชอบ เรื่องความกระจ่างใสไม่เห็นผลเท่าที่ควร</p>	<p>ปริมาณ 220 ml. ราคา 199 บาท โลชั่นบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของ Niacinamide, Ascorbic Acid, Aloe Barbadosis Leaf Juice Extract และ Alfalfa Extract ที่ช่วยในการผลิตเซลล์ผิว ให้ผิวขาวกระจ่างใส ลดปัญหาความหมองคล้ำและสีผิวไม่สม่ำเสมอ และเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิว เนื้อผลิตภัณฑ์ไม่เหลวมาก ซึมค่อนข้างง่าย กลิ่นหอมออกแนวสดชื่น ผลหลังการใช้ – ผิวชุ่มชื้นดูมีชีวิตชีวา ผิวดูกระจ่างใสขึ้นและสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้นเมื่อใช้อย่างต่อเนื่อง Night Body Lotion</p>

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	บทความเรื่องการล้างเสิร์ฟผ่านเซลล์ (ครีมบำรุงผิว) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถาม เพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. เพราะเหตุใดโลชั่นทาผิวจึงมีความจำเป็นในการดูแล รักษาผิวพรรณในช่วงฤดูหนาว			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. หากเราเลือกทาโลชั่นที่ไม่เหมาะสมกับสภาพผิวของ เรา จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพผิว			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ถ้านักเรียนจะเลือกซื้อโลชั่นเพื่อใช้ในการบำรุงผิวช่วง ฤดูหนาว นักเรียนจะตัดสินใจซื้อโดยพิจารณาสิ่งใดเป็น องค์ประกอบในการซื้อ			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. จากตัวอย่างโลชั่นที่บทความได้ยกมา นักเรียนคิดว่า คุณสมบัติของโลชั่นทั้งสองยี่ห้อเป็นจริงอย่างที่นำเสนอ หรือไม่ เพราะเหตุใด			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อโลชั่นเพียงแค่สองยี่ห้อ ดังกล่าว นักเรียนจะตัดสินใจซื้อยี่ห้อใด เพราะอะไร			

เรื่องการค้าเครื่องกรองน้ำผ่านเซลล์

เครื่องกรองน้ำระบบ RO

ระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) เป็นระบบการกรองโดยใช้เยื่อกรอง Membrane ที่มีความละเอียดถึง 0.0001 ไมครอนในการกรองซึ่งทำให้สารละลาย สิ่งปนเปื้อน รวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อกรอง Membrane ไม่สามารถแทรกตัวเล็ดลอดผ่านไปได้ มีเพียงโมเลกุลของน้ำบริสุทธิ์เท่านั้นที่สามารถไหลผ่าน โดยสารละลายอื่นๆจะถูกแยกออกจากน้ำ และกำจัดออกจากระบบ เพื่อป้องกันการตกค้างและสะสมภายในเยื่อเมมเบรน

<p>เครื่องกรองน้ำระบบ RO รุ่น RO-501(iFresh)</p>  <p>ภาพจาก www.lazada.com</p>	<p>เครื่องกรองน้ำดื่ม ระบบ RO มีขาตั้ง 75G + ถังใส RO อัดโนมิติ (iFresh)</p>  <p>ภาพจาก www.lazada.com</p>
<p>ข้อมูลผลิตภัณฑ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องกรองน้ำดื่มยี่ห้อ iFresh รุ่น :RO-501(75G/100G/150G) -ระบบการกรอง : ระบบกรองแบบ 5 ขั้นตอน ได้กรอง pp,GAC, BLOCK,RO and PAC -อัตราการกรอง : 75G 15 ลิตร/ชม. -ใช้ไฟบ้าน (หม้อแปลง 24v.) และมีน้ำทิ้ง -สภาพน้ำที่เหมาะสม : น้ำประป่าน้ำบาดาล -ขนาดและน้ำหนัก : 36x18x50 cm. – 10 kg ราคา 3,600 บาท 	<p>ข้อมูลผลิตภัณฑ์</p> <ul style="list-style-type: none"> เครื่องกรองน้ำดื่มยี่ห้อ iFresh รุ่น :RO-IF-stand(75G) -ระบบการกรอง : ระบบกรองแบบ 5 ขั้นตอน ได้กรอง pp, GAC,BLOCK, RO and PAC -อัตราการกรอง : 75G 15 ลิตร/ชม. -ใช้ไฟบ้าน (หม้อแปลง 24v.) และมีน้ำทิ้ง -สภาพน้ำที่เหมาะสม : น้ำประป่าน้ำบาดาล -ขนาดและน้ำหนัก : 36x18x60 cm. – 14 kg ราคา 3,700 บาท

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องการค้าลำเลียงสารผ่านเซลล์ (เครื่องกรองน้ำระบบ RO) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. การผลิตเครื่องกรองน้ำด้วย ระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) ขึ้นมาจำหน่าย เพื่อแก้ไขปัญหาของ คุณภาพน้ำดื่มในด้านใด			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. เพราะเหตุใดกระบวนการกรองน้ำด้วยระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) จึงสามารถทำให้น้ำ บริสุทธิ์เหมาะแก่การบริโภค			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. นักเรียนคิดว่าระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) ที่ ใช้ในเครื่องกรองน้ำจะสามารถทำให้น้ำบริสุทธิ์ ปลอดภัยต่อการบริโภคได้จริงหรือไม่อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. เครื่องกรองน้ำที่ยกตัวอย่าง มีข้อดีและข้อด้อย แตกต่างกันอย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. หากนักเรียนต้องเลือกซื้อเครื่องกรองน้ำ เครื่องใด เครื่องหนึ่งนักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องไหน พร้อมระบุ เหตุผลประกอบ			

กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช

แคคตัส

แคคตัสได้พัฒนาโครงสร้างของตัวเองให้สามารถเก็บสะสมน้ำไว้ภายในลำต้นมากถึง 80-90% ทำให้ลำต้นอวบอ้วนและสั้นลง รากส่วนมากจะอยู่ใกล้ผิวดิน ไม่หยั่งลึกลงไปมากนักเพื่อดูดจับน้ำและความชื้นในอากาศได้ง่ายและที่สำคัญ คือลดขนาดใบไม่ให้เล็กลงและเปลี่ยนรูปไปเป็นหนามจำนวนมาก ช่วยพรางความร้อนของแสงอาทิตย์เพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ



ภาพจาก www.pantip.com



ภาพจาก www.pantip.com

สกุล Sulcorebutia

ในสกุลนี้มีอยู่ประมาณ 40 ชนิด และอีกหลายสายพันธุ์ มักจะขึ้นเป็นต้นเดี่ยวๆ หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ลำต้นมีลักษณะทรงกลม เป็นสันชัดเจน มีหลายสี เช่น สีเขียว สีออกแดง หรือสีเทาอมดำ หนามมีลักษณะเป็นรูปหวี ไม่มีหนามกลาง ดอกมีลักษณะคล้ายกับสกุล Rebutia เกิดที่บริเวณโคนต้น กลีบดอกมีผิวมันคล้ายเคลือบด้วยขี้ผึ้ง ในบางชนิดกลีบดอกอาจจะมี 2 สีปนกัน ผลมีลักษณะทรงกลมหรือเป็นรูปขอบขนาน ผิวเรียบหรือมีเกล็ดปกคลุมเล็กน้อย แคคตัสในสกุล Sulcorebutia มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศโบลิเวียพบมากตามภูเขาสูง เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีแร่ธาตุอุดมสมบูรณ์ออกดอกเกือบตลอดทั้งปี

สกุล Lophophora

แคคตัสในสกุลนี้มีอยู่เพียง 2 ชนิดแต่มีหลากหลายสายพันธุ์ ลักษณะลำต้นเป็นทรงกลม อ่อนนุ่ม สีเหลืองซีดจนถึงสีเขียวอมฟ้า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8-13 เซนติเมตร มีทั้งที่ขึ้นเป็นต้นเดี่ยวๆ และเป็นกลุ่ม เป็นระบบรากสมบูรณลำต้นเป็นสัน 5-13 สัน ตุ่มหนามเป็นปุย สีขาว อยู่ห่างกันเห็นได้อย่างชัดเจน แต่ไม่มีหนาม ดอกมีหลายสี เช่น สีขาว สีเหลืองครีม และสีชมพู จะมีเส้นสีเข้มตรงกลางตามความยาวของกลีบดอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.25 - 2.5 เซนติเมตร จะเกิดดอกบริเวณยอดที่มีสีขาวปกคลุมผลมีลักษณะยาว รี ค่อนข้างเล็ก เมื่อแก่จะเป็นสีขาว สีชมพู หรือสีแดงภายในจะมีเมล็ดอยู่ 2-3 เมล็ด แคคตัสในกลุ่ม Lophophora สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียวหรือดินทรายโตช้า แต่ให้ผลได้ง่าย สามารถออกดอกภายในเวลา 5-6 ปี

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช (แคคตัส) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการ สร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. แคคตัสมีกลไกในการปรับตัวอย่างไรเพื่อให้สามารถ ดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในสภาวะแวดล้อมที่แห้งแล้ง			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมติฐาน	2. ถ้านักเรียนปลูกแคคตัสเพื่อเป็นไม้ประดับไว้ที่บ้าน และรดน้ำแคคตัสทุกวัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไร ขึ้นกับแคคตัสดังกล่าว เพราะเหตุใด			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. จากบทความที่ให้นักเรียนอ่านเกี่ยวกับแคคตัสสอง ชนิด ถ้านักเรียนเลือกซื้อแคคตัสมาปลูก นักเรียน คิดว่าข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ หรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. นักเรียนคิดว่าแคคตัสทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันอย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้านักเรียนจะต้องเลือกซื้อแคคตัสเพื่อไปเพาะเลี้ยง ขยายพันธุ์เพื่อจำหน่าย นักเรียนจะเลือกแคคตัสสกุล ใด เพราะอะไร			

กลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช

บรรจุภัณฑ์

ประเทศไทยขึ้นชื่อว่าเป็นเมืองเกษตรกรรม ในแต่ละปีเราสามารถสร้างเม็ดเงินจากผักผลไม้ได้มากถึง 10,000 ล้านบาทต่อปีให้กับประเทศ แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายกว่า 30-40 % ต้องสูญเสียระหว่างการขนส่ง จนถึงรอจำหน่ายบนชั้นวางในซูเปอร์มาร์เก็ต เพื่อรอให้ลูกค้ามาเลือกซื้อไปรับประทาน ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการคิดค้นถุงพลาสติกชนิดพิเศษ

บรรจุภัณฑ์ Active PAK TM



ภาพจาก <http://www.smethailandclub.com>

Active PAK TM คือ บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่สามารถควบคุมการผ่านของก๊าซและไอน้ำสำหรับผักผลไม้ได้อย่างสมดุล โดย Active PAK TM จะปล่อยให้ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไหลผ่านเข้าออกถุงได้ในระดับที่พอเหมาะพอดี ไม่มากไป น้อยไป จึงทำให้ผักผลไม้ที่อยู่ในถุงสามารถสดใหม่ ได้นานยิ่งขึ้น ออกแบบเนื้อพลาสติกมาพิเศษ จะยอมให้ O_2 ไหลผ่านได้ 2-10 % และ $CO_2 = 5 - 15$ % ทำให้เกิดสมดุล ผลไม้สดที่เก็บไว้ในถุง Active PAK TM สามารถยืดอายุความสด ได้นานขึ้นกว่าถุงพลาสติกธรรมดาทั่วไปสูงสุด 2-5 เท่า โดยจากเคยเก็บได้ 3-5 วัน เพิ่มขึ้นเป็น 7-8 วัน

บรรจุภัณฑ์ Safer pac



ภาพจาก <http://saferpac.co.th>

Safer pac คือ บรรจุภัณฑ์แบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศชนิดหนึ่ง ซึ่งคุณสมบัติที่แตกต่างจากบรรจุภัณฑ์ทั่วไป คือ โครงสร้างของฟิล์มมีรูพรุนเล็กๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จากคุณสมบัติข้อนี้ ฟิล์มจึงยอมให้ออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำซึมผ่านเข้า-ออกได้ดี และสามารถควบคุมระดับของก๊าซเหล่านี้ จนทำให้เกิดบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุลขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยก๊าซออกซิเจนประมาณ 5-10% และสภาวะนี้เองส่งผลให้ผักผลไม้ที่บรรจุชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ อันได้แก่ กระบวนการหายใจ การคายน้ำ การเกิดภาวะใบไหม้ ใบเหลือง ผักและผลไม้จึงมีอายุการเก็บรักษาและยังคงความสดได้นานยิ่งขึ้น โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือทำให้รสชาติของผักผลไม้เปลี่ยนแปลง

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพน้ำของพืช (บรจุภัณฑ์) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการนิยามปัญหา	1. จากบทความดังกล่าว ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ผลผลิตทางการเกษตรคืออะไร			
2. ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน	2. ถ้าเราไม่ใช้บรจุภัณฑ์ในการหีบห่อผลผลิตทาง การเกษตรเพื่อการส่งออก จะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ทาง การเกษตรอย่างไร			
3. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. จากคุณสมบัติของบรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ยี่ห้อที่ให้นมา นักเรียนคิดว่ามีข้อมูลที่เพียงพอในการตัดสินใจเลือก ชื่อหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. นักเรียนคิดว่าบรจุภัณฑ์ทั้งสองยี่ห้อ อันไหนดีกว่า กัน เพราะเหตุใด			
5. ความสามารถในการสังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนตัดสินใจพิจารณาเลือกซื้อบรจุ ภัณฑ์ นักเรียนจะเลือกซื้อบรจุภัณฑ์ยี่ห้อใด เพราะ เหตุผลอะไร			

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพของสารใน			

กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย

น้ำแร่

น้ำแร่ (Mineral Water) เป็นน้ำดื่มที่ได้รับความนิยมในกลุ่มคนรักสุขภาพอย่างแพร่หลายในท้องตลาด เราจะเห็นชนิดของน้ำแร่จากแบรนด์ต่างๆ ออกวางจำหน่ายให้เลือกซื้อหลากหลายประเภทซึ่งสารอาหารที่สำคัญในแต่ละยี่ห้อ ก็จะแตกต่างกันออกไป สัมพันธ์กับราคาที่ถูกหรือแพงด้วย โดยแหล่งกำเนิดของน้ำแร่เหล่านี้ถูกนำมาจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งจะอยู่ลึกกลงไปในชั้นใต้ดินเนื่องจากชั้นดินเหล่านี้มีสารอาหารตามธรรมชาติหลากหลาย โดยเฉพาะเกลือแร่ที่สำคัญต่อร่างกาย น้ำแร่กับน้ำดื่มสะอาด จึงมีคุณสมบัติแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่หลักๆ คือ ช่วยให้ร่างกายได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ไม่เกิดภาวะขาดน้ำ ช่วยบำรุงผิวให้ชุ่มชื้น ช่วยกระตุ้นให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ตามปกติ



ยี่ห้อ	Evain	Aura	Acqua Panna	Purra	Volvic	Fiji
แหล่งที่มา สารประกอบ	เทือกเขา แอลป์ ฝรั่งเศส	น้ำพุเย็นแม่ ริม ไทย	ทัตคานี อิตาลี	แหล่งพระ งาม	Clairvic Spring ฝรั่งเศส	หมู่เกาะฟิจิ
คลอไรด์	10	2	8.5	-	13.5	9
แคลเซียม	80	52.9	32	39	11.5	18
ไนเตรท	3.8	-	2.9	-	6.3	-
แมกนีเซียม	26	6.41	6.2	4.3	8	15
ซัลเฟต	14	4	22	20.4	8.1	1
โซเดียม	6.5	3.58	6.4	102	11.6	18
ไบคาร์บอเนต	360	227	103	239	71	153
โพแทสเซียม	1	1.35	0.8	1.5	6.2	5
ซิลิกา	15	49.5	7	-	-	92
ฟลูออไรด์	-	0.39	-	0.7	-	-
pH	7.2	-	8	-	7	7.7
ปริมาณ	330 ml	330 ml	500 ml	330 ml	500 ml	330 ml
ราคา	33	8	44	8	34	29

กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย

น้ำแร่

น้ำแร่ (Mineral Water) เป็นน้ำดื่มที่ได้รับความนิยมในกลุ่มคนรักสุขภาพอย่างแพร่หลายในท้องตลาด เราจะเห็นชนิดของน้ำแร่จากแบรนด์ต่างๆ ออกวางจำหน่ายให้เลือกชื่อหลากหลายประเภทซึ่งสารอาหารที่สำคัญในแต่ละยี่ห้อก็จะแตกต่างกันออกไป สัมพันธ์กับราคาที่ถูกหรือแพงด้วย โดยแหล่งกำเนิดของน้ำแร่เหล่านี้ถูกนำมาจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งจะอยู่ติดลงไปในพื้นที่ดินเนื่องจากชั้นดินเหล่านี้มีสารอาหารตามธรรมชาติหลากหลาย โดยเฉพาะเกลือแร่ที่สำคัญต่อร่างกาย น้ำแร่กับน้ำดื่มสะอาด จึงมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่หลักๆ คือ ช่วยให้ร่างกายได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ไม่เกิดภาวะขาดน้ำ ช่วยบำรุงผิวให้ชุ่มชื้น ช่วยกระตุ้นให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ตามปกติ



ยี่ห้อ	Evain	Aura	Acqua Panna	Purra	Volvic	Fiji
แหล่งที่มา สารประกอบ	เทือกเขา แอลป์ ฝรั่งเศส	น้ำพุเย็นแม่ ริม ไทย	หัตถ์คานี อิตาลี	แหล่งพระ งาม	Clairvic Spring ฝรั่งเศส	หมู่เกาะฟีจี
คลอไรด์	10	2	8.5	-	13.5	9
แคลเซียม	80	52.9	32	39	11.5	18
ไนเตรท	3.8	-	2.9	-	6.3	-
แมกนีเซียม	26	6.41	6.2	4.3	8	15
ซัลเฟต	14	4	22	20.4	8.1	1
โซเดียม	6.5	3.58	6.4	102	11.6	18
ไบคาร์บอเนต	360	227	103	239	71	153
โพแทสเซียม	1	1.35	0.8	1.5	6.2	5
ซิลิกา	15	49.5	7	-	-	92
ฟลูออไรด์	-	0.39	-	0.7	-	-
pH	7.2	-	8	-	7	7.7
ปริมาณ	330 ml	330 ml	500 ml	330 ml	500 ml	330 ml
ราคา	33	8	44	8	34	29

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย (น้ำแร่) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. เพราะเหตุใดเราจึงควรบริโภคน้ำแร่			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมติฐาน	2. ถ้าหากเราดื่มน้ำแร่เป็นระยะเวลานานๆ จะส่งผล กระทบต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. จากคุณสมบัติของน้ำแร่แต่ละยี่ห้อที่ให้มา หาก นักเรียนต้องเลือกซื้อน้ำแร่เพื่อมาบริโภค ข้อมูลที่ให้ มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. น้ำแร่แต่ละยี่ห้อ มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน อย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อน้ำแร่เพื่อบริโภค นักเรียนจะ เลือกซื้อน้ำแร่ยี่ห้อใด เพราะเหตุใด			

กลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย

น้ำดื่ม

น้ำเป็นส่วนที่สำคัญของร่างกาย มีน้ำเป็นส่วนมากในเลือดของเราเพื่อที่จะนำสารอาหารไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย และขับของเสียออก และยังช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายอีกด้วย

<p>น้ำดื่มคริสตัล</p>  <p>ภาพจาก http://www.crystal.co.th</p> <p>น้ำดื่มรายแรกที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตน้ำดื่ม ระดับสากลจาก NSF International สหรัฐอเมริกา และรางวัล ออ.ควอลิตี้อวอร์ด 3 ปี ซ้อน NSF "The National Sanitation Foundation" ได้รับมอบหมายจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ให้ทำหน้าที่เป็นผู้รับรองระบบมาตรฐานการผลิตน้ำดื่มระดับสากล</p>	<p>น้ำดื่มเนสท์เล่ เพียวไลฟ์</p>  <p>ภาพจาก https://www.nestlepurelife.com</p> <p>น้ำดื่มผ่านกระบวนการผลิตที่มีมาตรฐานเดียวกับเนสท์เล่ ฝรั่งเศส ซึ่งผลิตโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงตามมาตรฐานอาหารสากล (CODEX) เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่ใส สะอาด ปลอดภัย และคงคุณภาพของน้ำไว้เหมาะสมสำหรับทุกคนในครอบครัว น้ำดื่มเนสท์เล่ เพียวไลฟ์มี 12 ขั้นตอนควบคุมคุณภาพตั้งแต่ การคัดเลือกแหล่งน้ำใต้ดิน การควบคุมกระบวนการผลิต รวมถึงการคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นน้ำดื่มที่มีคุณภาพสำหรับผู้บริโภค</p>
--	--

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องกลไกการรักษาคุณภาพของสารในร่างกาย (น้ำดื่ม) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. ทำไมน้ำจึงมีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. หากเราดื่มน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของ ร่างกาย จะส่งผลเสียต่อร่างกายอย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อน้ำดื่มทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. น้ำดื่มทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกัน อย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อน้ำดื่มเพื่อบริโภค นักเรียน จะเลือกซื้อน้ำดื่มยี่ห้อใด เพราะเหตุใด			

การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย

เครื่องทำความร้อน

เครื่องทำความร้อน เป็นอุปกรณ์อีกหนึ่งตัวช่วยที่นิยมใช้กันอย่างมากในต่างประเทศ ส่วนในบ้านเรากลับไม่ค่อยเห็นคนใช้กันสักเท่าไร เพราะเป็นเมืองร้อนอยู่แล้ว จนกระทั่งปีนี้ลมได้พัดพาความหนาวมาทำเอาหลายคนหนาวสะท้านไปตามๆกัน หลายๆบ้านเลยเริ่มมองหาเครื่องทำความร้อนมาช่วยคลายหนาวในบ้านกันแล้ว


Hot item Electricity Home Heaters	Hot item 2 IN 1 Energy Heater
	
<p>ภาพจาก https://www.lazada.com</p>	<p>ภาพจาก https://www.lazada.com</p>
<p>เครื่องทำความร้อนคุณภาพสูง 600W ปรับได้/มีระบบตัดไฟ – Black</p> <p>นวัตกรรมใหม่เครื่องไออุ่นให้ความอบอุ่น ทันใจในพริบตา</p> <p>ดีไซน์สวยทันสมัย น่าใช้งาน</p> <p>พลังงาน 600W (ปรับได้)มีระบบตัดไฟอัตโนมัติ มีระบบประหยัดไฟ</p> <p>ราคา 899 บาท</p>	<p>เครื่องทำความร้อน+ลมเย็นในเครื่องเดียว- White Series</p> <p>นวัตกรรมใหม่เครื่องไออุ่นให้ความอบอุ่น ทันใจในพริบตาสามารถทำลมเย็นได้ในตัว</p> <p>ให้ความอบอุ่นทันตา ด้วยเครื่องขนาด 900-1800W</p> <p>ดีไซน์สวย ทันสมัย น่าใช้งาน รุ่นประหยัดพลังงาน ขนาดพอดี ไม่เปลืองพื้นที่วาง</p> <p>ราคา 980 บาท</p>

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อคำถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องการรักษาอุณหภูมิในร่างกาย (เครื่องทำความร้อน) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อคำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. จากบทความเรื่องเครื่องทำความร้อน ปัญหาของสภาพอากาศในฤดูหนาวจะต้องมีการผลิตเครื่องทำความร้อนออกมาจำหน่าย คืออะไร			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. ถ้านักเรียนใช้เครื่องทำความร้อนในขณะที่นอนตอนกลางคืน แล้วเปิดเครื่องทิ้งไว้เป็นระยะเวลาหลายๆจะเกิดผลเสียหรือไม่อย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. เครื่องทำความร้อนทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนในช่วงฤดูหนาว นักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนยี่ห้อใด เพราะเหตุใด			

การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย

แป้งเย็น

อากาศร้อนเป็นสิ่งที่อยู่คู่ประเทศไทยมาตลอด ยิ่งถ้าเป็นหน้าร้อน ก็ยิ่งทวีคูณความร้อนขึ้นหลายเท่า หลายคนจึงเลือกที่จะอยู่ในห้องแอร์ แต่สำหรับบางคนแคมีแป้งเย็นก็ช่วยคลายร้อนได้แล้ว แถมยังประหยัดสุดๆด้วย และแป้งเย็นยังมีคุณสมบัติช่วยลดผดผื่นคันได้อีกด้วย

แป้งเย็นตรางู	แป้งเย็นโพรเทคส์
 <p data-bbox="316 1048 743 1093">ภาพจาก www.brandbuffet.in.th</p> <p data-bbox="284 1128 874 1451">แป้งที่อยู่คู่กับคนไทยมานาน เพราะด้วยมีสรรพคุณที่ช่วยลดคลายร้อนแล้ว ยังช่วยลดผดผื่นคันได้อีกด้วย วิธีใช้ ทาแป้งเย็นตรางูหลังอาบน้ำเสร็จ เช็ดตัวแค่พอหมาดๆไม่ต้องแห้งสนิท จากนั้นโรยแป้งเย็นตรางูลงไป ความเย็นของแป้งตรางูจะทำให้เย็นเพิ่มเป็นสองเท่า ซึ่งสามารถช่วยคลายร้อนได้เป็นอย่างดี</p> <p data-bbox="284 1464 608 1503">ขนาด 50 กรัม ราคา 15 บาท</p>	 <p data-bbox="938 1048 1394 1093">ภาพจาก https://www.priceza.com</p> <p data-bbox="922 1128 1417 1451">แป้งเย็นทาผิวกายใช้แล้วสดชื่น เย็นมันใจ ตลอดวัน ด้วยแป้งเย็นโพรเทคส์ยังช่วยป้องกันผดผื่นคันและการระคายเคืองของผิว มีกลิ่นหอมเย็นสดชื่น วิธีใช้ หลังอาบน้ำเสร็จ เช็ดตัวแค่พอหมาดๆโรยแป้งโพรเทคส์ลงไป ความเย็นของแป้งจะทำให้สดชื่นขึ้น</p> <p data-bbox="922 1464 1241 1503">ขนาด 50 กรัม ราคา 14 บาท</p>

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อความถาม	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องการรักษาอุณหภูมิในร่างกาย (แบง เย็น) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้าง ข้อความถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. แบงเย็นช่วยแก้ปัญหาทางผิวหนังได้อย่างไรในช่วง ฤดูร้อน			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. ถ้าหากนักเรียนเป็นคนที่มีสภาพผิวแพ้ง่าย จะ สามารถใช้แบงเย็นในช่วงฤดูร้อนได้หรือไม่อย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อแบงเย็นทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูล ที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. แบงเย็นทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกัน อย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อแบงเย็น นักเรียนจะเลือกซื้อ เครื่องแบงเย็นยี่ห้อใด เพราะเหตุใด			

ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ไข้เลือดออก

ไข้เลือดออก เป็นโรคที่เกิดจากยุงซึ่งเป็นพาหะของโรค ไข้เลือดออกนอกจากจะเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทยแล้ว ยังเป็นปัญหาสาธารณสุขทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนชื้น และก่อให้เกิดความกังวลต่อผู้ปกครองเวลาเด็กมีไข้ และมักพบบ่อยในเด็กต่ำกว่า 15 ปี โดยเฉพาะช่วงอายุ 2- 8 ขวบ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ใหญ่จะไม่มีโอกาสเป็นโรคไข้เลือดออกได้ โดยเฉพาะต้องอาศัยอยู่ในแหล่งที่ชุกชุมไปด้วยยุงตัวร้าย

<p>วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก</p> <p>โรงพยาบาลเวชธานี</p> <ul style="list-style-type: none"> -ลดอัตราการเจ็บป่วย -ลดความรุนแรงของโรค -ลดการนอนโรงพยาบาล -ลดอัตราการเสียชีวิต -ประหยัดค่าใช้จ่ายในโรงพยาบาล <p>สำหรับ 1 ท่าน (3 เข็ม) 9,600 บาท</p> <p>สำหรับ 2 ท่าน (6 เข็ม) 18,150 บาท</p> <p>ฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก รับทันที</p> <p>1.กระเป๋า Gift Set</p> <p>.บัตรกำนันเงินสดเวชธานี มูลค่า 500 บาท</p> <p>สำหรับ 500 ท่านแรก</p>	<p>วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก</p> <p>โรงพยาบาลเกษมราษฎร์</p> <p>วัคซีนป้องกันไข้เลือดออกครอบคลุม 4 สายพันธุ์ (ฉีด 3 เข็ม ห่างกัน ครั้งละ 6 เดือน)</p> <p>ลดความรุนแรงของโรคได้ 93.2%</p> <p>เหมาจ่าย 3 เข็ม 9,999 บาท (ราคานี้รวมค่าแพทย์ครั้งแรก และค่าบริการโรงพยาบาลครั้งแรกแล้ว)</p>
--	---

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อความ	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องภูมิคุ้มกันของร่างกาย (ใช้เลือดออก) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อ คำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. จากบทความดังกล่าว ทำไมถึงต้องมีการฉีดวัคซีน ป้องกันโรคไข้เลือดออก			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือด ออก จะส่งผลต่อร่างกายเมื่อนักเรียนได้รับเชื้อโรคไข้ เลือดออกอย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกฉีด วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกหรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกของทั้งสอง โรงพยาบาลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้ นักเรียนเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรค ไข้เลือดออก นักเรียนจะเลือกฉีดที่โรงพยาบาลใด เพราะเหตุใด			

ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ไข้หวัดใหญ่

วัคซีนไข้หวัดใหญ่ เป็นวัคซีนที่ฉีดเข้าร่างกายบริเวณต้นแขน เพื่อให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคไข้หวัดใหญ่มากขึ้น โดยใช้เวลา 2 สัปดาห์ก่อนจะออกฤทธิ์ วัคซีนจะช่วยป้องกันการติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ได้ 3 – 4 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มจะแพร่ระบาดในช่วงนั้น ๆ

<p>ราคาวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)</p> <p>โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์</p> <p>วัคซีนป้องกันไข้หวัดสายพันธุ์ใหม่ ช่วยลดความรุนแรงของโรค ลดการเสียชีวิตได้</p> <p>โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงในเด็กเล็ก หญิงตั้งครรภ์ ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีโรคประจำตัว ปอดเรื้อรัง หอบหืด หัวใจ โรคเลือด เบาหวาน โรคมะเร็ง ไตวายเรื้อรัง เป็นต้น</p> <p>วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ "ชนิด 4 สายพันธุ์" ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ A / H1N1 2. ไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ A / H3N2 3. ไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ B ตระกูล Victoria 4. ไวรัส ไข้หวัดใหญ่ สายพันธุ์ B ตระกูล Yamagata <p>สำหรับเด็กเข็มละ 990 บาท</p> <p>สำหรับผู้ใหญ่เข็มละ 990 บาท</p>	<p>ราคาวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)</p> <p>โรงพยาบาลเกษมราษฎร์</p> <p>ลดความรุนแรงของโรค</p> <p>ลดการเข้าโรงพยาบาล</p> <p>ลดการเสียชีวิต</p> <p>ปกป้องคนที่คุณรักและครอบครัว</p> <p>#กลุ่มบุคคลที่ควรได้รับวัคซีนไข้หวัดใหญ่</p> <p>สตรีตั้งครรภ์ ในช่วงไตรมาสที่ 2 และ 3</p> <p>ผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป</p> <p>น้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน</p> <p>ผู้พิการทางสมอง</p> <p>ผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ</p> <p>โรคปอด โรคหัวใจ โรคไต โรคเบาหวาน โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง(HIV ผู้ปลูกถ่ายอวัยวะ)</p> <p>ผู้ที่ใช้ยากดภูมิคุ้มกัน , เคมีบำบัด</p> <p>#วัคซีนไข้หวัดใหญ่ 4 สายพันธุ์ !!</p> <p>650 บาท/เข็ม</p>
---	---

องค์ประกอบของ การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	ข้อความ	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
	สถานการณ์เรื่องภูมิคุ้มกันของร่างกาย (ใช้หวัดใหญ่) มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อ คำถามเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้			
1. ความสามารถในการ นิยามปัญหา	1. จากบทความดังกล่าว ทำไมถึงต้องมีการฉีดวัคซีน ป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)			
2. ความสามารถในการ กำหนด สมมุติฐาน	2. ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัด ใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017) จะส่งผลต่อร่างกายเมื่อ นักเรียนได้รับเชื้อโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)อย่างไร			
3. ความสามารถในการ รวบรวมข้อมูล/ วิเคราะห์ข้อมูล	3. ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกฉีด วัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)หรือไม่ อย่างไร			
4. ความสามารถในการ ประเมิน พิจารณาตัดสิน ข้อมูล	4. โปรแกรมการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)ของทั้งสองโรงพยาบาลเหมือนหรือ แตกต่างกันอย่างไร			
5. ความสามารถในการ สังเคราะห์/สรุป ข้อมูล	5. ถ้าให้นักเรียนเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017) นักเรียนจะเลือกฉีดที่ โรงพยาบาลใด เพราะเหตุใด			

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วัน/เดือน/ปี.....

ตาราง 19 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณกับเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
สถานการณ์ที่ 1 ครีมหามิว					
1. เพราะเหตุใดไลโซซันทามิวจึงมีความจำเป็นใน การดูแลรักษาหิวพรรณในช่วงฤดูหนาว	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. หากเราเลือกทาลโซซันที่ไม่เหมาะสมกับสภาพ หิวของเรา จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพหิว	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ถ้านักเรียนจะเลือกซื้อไลโซซันเพื่อใช้ในการบำรุง หิวช่วงฤดูหนาว นักเรียนจะตัดสินใจซื้อโดย พิจารณาสิ่งใดเป็นองค์ประกอบในการซื้อ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จากตัวอย่างไลโซซันที่บทความได้ยกมา นักเรียนคิดว่าคุณสมบัติของไลโซซันทั้งสองยี่ห้อ เป็นจริงอย่างที่นำเสนอหรือไม่ เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อไลโซซันเพียงแค่สองยี่ห้อ ดังกล่าว นักเรียนจะตัดสินใจซื้อยี่ห้อใด เพราะ อะไร	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 เครื่องกรองน้ำระบบ RO					
1. การผลิตเครื่องกรองน้ำด้วย ระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) ขึ้นมาจำหน่าย เพื่อแก้ไข ปัญหาของคุณภาพน้ำดื่มในด้านใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. เพราะเหตุใดกระบวนการกรองน้ำด้วยระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) จึงสามารถทำให้น้ำ บริสุทธิ์และสะอาดเหมาะแก่การบริโภค	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
3. นักเรียนคิดว่าระบบ REVERSE OSMOSIS (RO) ที่ใช้ในเครื่องกรองน้ำจะสามารถทำให้น้ำบริสุทธิ์ปลอดภัยต่อการบริโภคได้จริงหรือไม่อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. เครื่องกรองน้ำที่ยกตัวอย่าง มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. หากนักเรียนต้องเลือกซื้อเครื่องกรองน้ำ เครื่องใดเครื่องหนึ่งนักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องไหน พร้อมระบุเหตุผลประกอบ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3 แคนดัลล์					
1. แคนดัลล์มีกลไกในการปรับตัวอย่างไรเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในสภาวะแวดล้อมที่แห้งแล้ง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้านักเรียนปลูกแคนดัลล์เพื่อเป็นไม้ประดับไว้ที่บ้านและรดน้ำแคนดัลล์ทุกวัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับแคนดัลล์ดังกล่าว เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จากบทความที่ให้นักเรียนอ่านเกี่ยวกับแคนดัลล์สองชนิด ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อแคนดัลล์มาปลูก นักเรียนคิดว่าข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. นักเรียนคิดว่าแคนดัลล์ทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้านักเรียนจะต้องเลือกซื้อแคนดัลล์เพื่อไปเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อจำหน่าย นักเรียนจะเลือกแคนดัลล์สกุลใด เพราะอะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
สถานการณ์ที่ 4 บรรจุภัณฑ์					
1. จากบทความดังกล่าว ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ผลผลิตทางการเกษตรคืออะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าเราไม่ใช้บรรจุภัณฑ์ในการหีบห่อผลผลิต ทางการเกษตรเพื่อการส่งออก จะส่งผลกระทบต่อ ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอย่างไร	+1	0	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จากคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ยี่ห้อที่ให้ มา นักเรียนคิดว่ามีข้อมูลเพียงพอในการ ตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. นักเรียนคิดว่าบรรจุภัณฑ์ทั้งสองยี่ห้อ อันไหน ดีกว่ากัน เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนตัดสินใจพิจารณาเลือกซื้อบรรจุ ภัณฑ์ นักเรียนจะเลือกซื้อบรรจุภัณฑ์ยี่ห้อใด เพราะเหตุผลอะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 5 น้ำแร่			+1		
1.เพราะเหตุใดเราจึงควรบริโภคน้ำแร่	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากเราดื่มน้ำแร่เป็นระยะเวลานานๆ จะ ส่งผลกระทบต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จากคุณสมบัติของน้ำแร่แต่ละยี่ห้อที่ให้มา หากนักเรียนต้องเลือกซื้อน้ำแร่เพื่อมาบริโภค ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ หรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. น้ำแร่แต่ละยี่ห้อ มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อน้ำแร่เพื่อบริโภค นักเรียนจะเลือกซื้อน้ำแร่ยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 6 น้ำดื่ม					
1.ทำไมน้ำจึงมีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
2. หากเราดื่มน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย จะส่งผลเสียต่อร่างกายอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อน้ำดื่มทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. น้ำดื่มทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อน้ำดื่มเพื่อบริโภค นักเรียนจะเลือกซื้อน้ำดื่มยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 7 เครื่องทำความร้อน					
1.จากบทความเรื่องเครื่องทำความร้อน ปัญหาของสภาพอากาศในฤดูหนาวจำเป็นต้องมีการผลิตเครื่องทำความร้อนออกมาจำหน่าย คืออะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้านักเรียนใช้เครื่องทำความร้อนในขณะที่นอนตอนกลางคืน แล้วเปิดเครื่องทิ้งไว้เป็นระยะเวลา นานานๆ จะเกิดผลเสียหรือไม่อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. เครื่องทำความร้อนทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3		
4. วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกของทั้งสอง				1.00	

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	1	2	3		
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนในช่วงฤดูหนาว นักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 8 แบ็งเยิน					
1. แบ็งเยินช่วยแก้ปัญหาทางผิวหนังได้อย่างไรในช่วงฤดูร้อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากนักเรียนเป็นคนที่มีสภาพผิวแพ้ง่าย จะสามารถใช้แบ็งเยินในช่วงฤดูร้อนได้หรือไม่อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อแบ็งเยินทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. แบ็งเยินทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อแบ็งเยิน นักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องแบ็งเยินยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 9 ไข้เลือดออก					
1. จากบทความดังกล่าว ทำไมถึงต้องมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก จะส่งผลต่อร่างกายเมื่อนักเรียนได้รับเชื้อโรคไข้เลือดออกอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนในช่วงฤดูหนาว นักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องทำความร้อนยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 8 แบ็งเยิน					
1. แบ็งเยินช่วยแก้ปัญหาทางผิวหนังได้อย่างไรในช่วงฤดูร้อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากนักเรียนเป็นคนที่มีความผิวแพ้ง่าย จะสามารถใช้แบ็งเยินในช่วงฤดูร้อนได้หรือไม่อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ถ้านักเรียนต้องเลือกซื้อแบ็งเยินทั้งสองยี่ห้อ ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. แบ็งเยินทั้งสองยี่ห้อ มีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกซื้อแบ็งเยิน นักเรียนจะเลือกซื้อเครื่องแบ็งเยินยี่ห้อใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 9 ใช้เลือดออก					
1. จากบทความดังกล่าว ทำไมถึงต้องมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก จะส่งผลต่อร่างกายเมื่อนักเรียนได้รับเชื้อโรคไข้เลือดออกอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
4. วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกของทั้งสองโรงพยาบาลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก นักเรียนจะเลือกฉีดที่โรงพยาบาลใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 10 ใช้ขวดใหญ่					
1. จากบทความดังกล่าว ทำไมถึงต้องมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017) จะส่งผลกระทบต่อร่างกายเมื่อนักเรียนได้รับเชื้อโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)หรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. โปรแกรมการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017)ของทั้งสองโรงพยาบาลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. ถ้าให้นักเรียนเลือกฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ชนิด 4 สายพันธุ์ (2017) นักเรียนจะเลือกฉีดที่โรงพยาบาลใด เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (Cronbrach) ของแบบ
วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพ
ของสิ่งมีชีวิต

ตาราง 20 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (Cronbrach) ของ
แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง การรักษาคุณภาพ
ของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
สถานการณ์ที่ 1			
ข้อ 1	0.64	0.53	ใช้ได้
ข้อ 2	0.75	0.50	ใช้ได้
ข้อ 3	0.44	0.47	ใช้ได้
ข้อ 4	0.44	0.47	ใช้ได้
ข้อ 5	0.63	0.50	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2			
ข้อ 1	0.43	0.66	ใช้ได้
ข้อ 2	0.19	0.47	ใช้ไม่ได้
ข้อ 3	0.31	0.59	ใช้ได้
ข้อ 4	0.19	0.47	ใช้ไม่ได้
ข้อ 5	0.31	0.59	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3			
ข้อ 1	0.13	0.63	ใช้ไม่ได้
ข้อ 2	0.63	0.31	ใช้ได้
ข้อ 3	0.25	0.56	ใช้ได้
ข้อ 4	0.19	0.47	ใช้ไม่ได้
ข้อ 5	0.50	0.44	ใช้ได้

កម្រិត	កម្រិតសម្រាប់	កម្រិតសម្រាប់	កម្រិតសម្រាប់
កម្រិតសម្រាប់ ៤			
កម្រិត ១	0.50	0.50	0.50
កម្រិត ២	0.50	0.50	0.50
កម្រិត ៣	0.47	0.56	0.56
កម្រិត ៤	0.41	0.69	0.69
កម្រិត ៥	0.44	0.63	0.63
កម្រិតសម្រាប់ ៥			
កម្រិត ១	0.53	0.56	0.56
កម្រិត ២	0.41	0.56	0.56
កម្រិត ៣	0.41	0.56	0.56
កម្រិត ៤	0.34	0.69	0.69
កម្រិត ៥	0.47	0.69	0.69
កម្រិតសម្រាប់ ៦			
កម្រិត ១	0.72	0.31	0.31
កម្រិត ២	0.50	0.13	0.13
កម្រិត ៣	0.66	0.44	0.44
កម្រិត ៤	0.31	0.50	0.50
កម្រិត ៥	0.47	0.56	0.56
កម្រិតសម្រាប់ ៧			
កម្រិត ១	0.53	0.56	0.56
កម្រិត ២	0.59	0.44	0.44
កម្រិត ៣	0.53	0.19	0.19
កម្រិត ៤	0.31	0.63	0.63
កម្រិត ៥	0.59	0.44	0.44

จุดที่	ค่าความชัน	ค่าอัตราส่วน	แปลผล
--------	------------	--------------	-------

สถานการณ์ที่ 8

จุด 1	0.75	0.50	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 2	0.63	0.38	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 3	0.50	0.50	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 4	0.50	0.50	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 5	0.63	0.44	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

สถานการณ์ที่ 9

จุด 1	0.56	0.72	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 2	0.50	0.50	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 3	0.31	0.59	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 4	0.25	0.56	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 5	0.13	0.81	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

สถานการณ์ที่ 10

จุด 1	0.75	0.50	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 2	0.69	0.41	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 3	0.75	0.44	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 4	0.44	0.47	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

จุด 5	0.73	0.53	ไม่เสถียร
-------	------	------	-----------

ค่าความชันของพื้นที่ 0.82

ภาคผนวก จ ผลการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ
เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 21 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ
เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (75 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (75 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	53	64	11
2	64	71	7
3	45	57	12
4	62	71	9
5	62	74	12
6	59	72	13
7	57	66	9
8	64	72	8
9	63	74	11
10	60	73	13
11	60	71	11
12	60	69	9
13	67	73	6
14	47	56	9
15	58	69	11
16	54	67	13
17	52	64	12
18	44	58	14
19	45	56	11
20	48	55	7

บัญชี	(75 คะแนน)		คะแนนรวมก่อนเรียน	คะแนนรวมหลังเรียน	2028	ค่าสัมประสิทธิ์ E.I.
	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน				
21	55	62	7			
22	57	65	8			
23	36	46	10			
24	41	59	18			
25	48	59	11			
26	59	66	7			
27	54	65	11			
28	51	61	10			
29	57	69	12			
30	61	71	10			
31	60	73	13			
			1703			
			2028			
			0.52			

ภาคผนวก ข แสดงผลคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อน
และหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการ
เขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน

ตาราง 22 แสดงผลคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนและ
หลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียน
ทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (75 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (75 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	58	65	7
2	64	71	7
3	49	57	8
4	62	71	9
5	60	74	14
6	61	72	11
7	57	66	9
8	66	71	5
9	63	74	11
10	64	73	9
11	61	71	10
12	56	69	13
13	67	73	6
14	47	56	9
15	61	70	9
16	54	67	13
17	57	64	7
18	46	58	12

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (75 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (75 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
19	49	60	11
20	48	58	10
21	55	62	7
22	57	65	8
23	36	46	10
24	39	48	9
25	47	57	10
26	59	65	6
27	54	65	11
28	49	62	13
29	57	69	12
30	61	71	10
31	62	72	10
32	64	71	7
33	62	74	12
34	42	60	18
35	51	66	15
36	49	59	10
37	61	72	11
38	53	61	8
\bar{X}	55.47	65.39	9.92
S.D.	7.65	7.11	2.70

ตาราง 23 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) โดยการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

T-test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std.Deviation
Pair 1	pretest	55.47	38	7.65
	protest	65.39	38	7.11

Paired Samples Test

		Paired Differences							
		Mean	Std.Deviation	Std.Error		t	df	Sig.(1-tailed)	
		Mean							
Pair1	Pretest-protest	9.92	2.70	0.44		22.6916	37	0.0000	

ภาคผนวก ช กิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4





កិច្ចការការងារស្រាវជ្រាវ និងការអភិវឌ្ឍន៍បច្ចេកទេស
ក្នុងការងារស្រាវជ្រាវ និងការអភិវឌ្ឍន៍បច្ចេកទេស (HMS)

คำนำ

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 กิจกรรม ได้แก่

เรื่องที่ 1 การลำเลียงสารผ่านเซลล์

เรื่องที่ 2 กลไกการรักษาดุลยภาพน้ำของพืช

เรื่องที่ 3 กลไกการรักษาดุลยภาพของสารในร่างกาย

เรื่องที่ 4 การรักษาอุณหภูมิในร่างกาย

เรื่องที่ 5 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ภายในคู่มือการใช้กิจกรรมประกอบด้วยคำชี้แจงสำหรับครู แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมการเรียนรู้ ใบบันทึกกิจกรรม ซึ่งผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ



คำชี้แจงสำหรับครู

คำชี้แจงสำหรับครูประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. บทบาทของครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำชี้แจงสำหรับครู และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อครูผู้สอนจะสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูผู้สอนต้องเตรียมสื่อสำหรับจัดการเรียนการสอนให้พร้อมสำหรับสอน

1.3 ก่อนดำเนินการปฏิบัติกิจกรรม ครูต้องชี้แจงจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

2. สิ่งที่คุณต้องเตรียม

2.1 จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมให้เพียงพอต่อนักเรียน

2.2 จัดเตรียมใบบันทึกกิจกรรมให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน

2.3 จัดเตรียมแบบประเมินที่ใช้ในกิจกรรม

2.4 จัดเตรียมสื่อการสอนให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน

2.5 จัดเตรียมเนื้อหาที่จะใช้สอน

2.6 จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฐมพยาบาลเบื้องต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนในชั้นเรียนอภิปรายร่วมกันในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหา ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ความรู้เดิม เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและยอมรับความสำคัญของเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด เป็นขั้นที่เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่จะเรียนแล้ว ผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียนระบุประจักษ์พยานซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้อง ตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนให้กว้างขวาง และลึกซึ้งขึ้น สัมรวจตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอ้างอิงภายนอก

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูแนะนำข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลองผู้เรียนนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นผู้เรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลร่วมกับเพื่อนๆก่อนสรุป เพื่อตอบคำถามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ โดยการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความเข้าใจ แสดงแนวความคิดของตน บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างประจักษ์พยาน และข้อสรุปกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงผลงานของตน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแหล่งอ้างอิงภายนอก วิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ หลังจากการวิพากษ์วิจารณ์ แนวคิดของ

ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร นำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน อภิปราย ขยายขอบข่ายความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัส ว31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต เรื่อง การลำเลียงของสารผ่านเซลล์ เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานและตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4 -6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาดุลยภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือ จากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

สาระสำคัญ

เซลล์มีการรักษาสมดุลของสารโดยมีเยื่อหุ้มเซลล์ควบคุมการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและแบบใช้พลังงานได้
2. อธิบายการลำเลียงสารแบบต่างๆได้
3. ทดลองการลำเลียงสารผ่านเซลล์และบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง
4. มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สาระการเรียนรู้

เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยวิธีการแพร่ การออสโมซิส การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต การลำเลียงแบบใช้พลังงาน และการลำเลียงสารขนาดใหญ่

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา
2. ความสามารถในการสื่อสาร

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูใช้วิดีโอ *การกินอาหารของอะมีบา* ให้นักเรียนดูและสังเกตการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวร่วมกันในชั้นเรียน

2. นักเรียนจัดกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน พร้อมทั้งอภิปรายซักถามร่วมกันในประเด็นต่อไปนี้

2.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการกินอาหารแบบใด อาหารเข้าสู่เซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเช่น อะมีบามีวิธีการกินอาหารแบบฟาโกไซโทซิส

2.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เซลล์มีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ได้อย่างไร

แนวคำตอบ เซลล์มีการลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์ได้หลายวิธี อาทิ การแพร่ ฟาซิลิตีเทต การลำเลียงสารโดยใช้พลังงาน

3. หลังจากการตอบคำถาม นักเรียนอภิปรายร่วมกันในแต่ละกลุ่มเพื่อกำหนดคำถามใหม่หรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ร่วมกันว่านักเรียนต้องการเรียนรู้ในประเด็นอะไรเพิ่มเติม

3.1 แต่ละกลุ่มบันทึกคำถามและปัญหาที่กลุ่มอยากรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ลงในแบบบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์

ขั้นที่ 2 สะท้อนประสบการณ์

4. นักเรียนทุกคนในแต่ละกลุ่มเขียนความรู้เดิมของตนเองเกี่ยวกับเรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ว่ามีประเด็นใดบ้างที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาแล้ว และทราบข้อมูลแล้ว โดยครูแจกกระดาษโน้ตสีต่างๆให้แต่ละกลุ่ม คนละ 1 แผ่น โดยที่สีของกระดาษแต่ละกลุ่มจะไม่เหมือนกัน

5. สมาชิกแต่ละกลุ่มออกมาติดกระดาษโน้ตบนกระดานจนครบทุกคน

6. นักเรียนเรียนรู้ประสบการณ์ความรู้เดิมของนักเรียนคนอื่นๆในชั้นเรียน ในประเด็นที่

แตกต่างจากของตนเอง จากการออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่ออ่านความรู้เดิมของเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ พร้อมทั้งบันทึกประเด็นที่สนใจและสำคัญลงในสมุดของตนเอง

ขั้นที่ 3 สร้างความคิดรวบยอด

7. หลังจากที่นักเรียนอ่านความรู้เดิมที่เพื่อนเขียนจนครบแล้ว นักเรียนเขียนสรุปความรู้เป็นของตนเองเกี่ยวกับเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ลงในกระดาษ A4 โดยเป็นลักษณะความเรียง พร้อมระบุประจักษ์พยานหรือแหล่งอ้างอิงของข้อมูลที่เขียน ซึ่งต้องเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนความคิดรวบยอดหรือแนวคิดที่ถูกต้องตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (โดยมีแหล่งอ้างอิงมาจากหนังสือเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือ เอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ที่ครูแจกให้)

ขั้นที่ 4 เสริมองค์ความรู้

8. นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่ามีความถูกต้องเป็นไปตามหลักทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนจากแหล่งแหล่งอ้างอิงภายนอก อาทิ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต โดยให้มีข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์เพิ่มมากขึ้น พร้อมกับให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปในชั่วโมงนี้ เพื่อเตรียมตัวลงมือปฏิบัติการทดลองเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ในชั่วโมงถัดไป

ชั่วโมงที่ 2-3

จากชั่วโมงที่แล้ว นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนและค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อยืนยันข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ในชั่วโมงนี้ นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติการทดลองเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์เพื่อหาคำตอบของคำถามและประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ที่นักเรียนได้ช่วยกันตั้งประเด็นเอาไว้ในชั่วโมงที่แล้ว

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ

9. ครูเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของสิ่งมีชีวิตว่าการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์มีกี่แบบ อะไรบ้าง และแต่ละวิธีการมีกลไกในการลำเลียงสารเป็นอย่างไร และเชื่อมโยงไปสู่การทดลองเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์

10. ครูแจกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับแบบบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

11. ครูเกริ่นนำเข้าสู่ปฏิบัติการทดลอง เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ และเน้นย้ำความรู้เบื้องต้นของนักเรียนให้มีความเข้าใจในเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ที่ตรงกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนบันทึกการทดลอง ตามรูปแบบการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ด้วยวิธีการออสโมซิส พร้อมทั้งออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม

13. นักเรียนปฏิบัติการทดลองโดยนำความรู้มาปฏิบัติการทดลองและศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยมีครูคอยให้คำแนะนำผู้เรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้และค้นพบและใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ค้นหาข้อมูลที่นักเรียนต้องการศึกษา รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองเรื่องกระบวนการออสโมซิส ตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

15. นักเรียนพิจารณาและอภิปรายข้อมูลจากผลการทดลองร่วมกับเพื่อนๆในกลุ่ม ก่อนสรุปผลการทดลอง เพื่อตอบคำถามและประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ในชั่วโมงที่แล้ว

ขั้นที่ 6 อธิบายแนวคิด

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ด้วยวิธีการออสโมซิส โดยใช้แนวความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของแต่ละคนในกลุ่มมารวมแนวคิดกัน ซึ่งอาจใช้วิธีการเขียนสรุปแนวคิดแบบ mind mapping หรือวิธีการอื่นๆ โดยให้แนวคิดและความเข้าใจอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ลงในกระดาษ A4 ที่ครูแจกให้แต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 7 แลกเปลี่ยนเรียนรู้

17. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนและให้กลุ่มอื่นวิพากษ์วิจารณ์ผลการทดลองอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งฟังข้อวิจารณ์ของเพื่อนกลุ่มอื่นๆในชั้นเรียน

18. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้รับหลังจากการวิพากษ์วิจารณ์จากกลุ่มอื่น มาปรับปรุงงานของตนเองให้ถูกต้องและดีขึ้น รวมทั้งตอบคำถามว่าแนวคิดของผู้เรียนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่อย่างไร ลงในแบบบันทึกผลการทดลองตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ขั้นที่ 8 สรุปความรู้และเชื่อมโยง

19. นักเรียนร่วมกันสรุปเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์และการนำความรู้เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยออกมาเขียนบนกระดานหน้าชั้นเรียน โดยใช้การอภิปรายขยายขอบข่ายความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทั้งภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เพื่อนำเอาความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. วิดีโอเรื่องการกินอาหารของอะมีบา
2. งานนำเสนอภาพนิ่ง เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์
3. หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ (สสวท.)
4. เอกสารประกอบการสอนเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์
5. ขวดน้ำ 1 ใบ
6. ไซโกติบ 1 ฟอง
7. หลอดดูดแบบใส 1 หลอด
8. ไม้บรรทัด 1 อัน
9. มีด 1 เล่ม
10. เทียน 1 เล่ม
11. ไฟแช็ค 1 อัน
12. แก้วใส่น้ำ 1 ใบ
13. น้ำบริสุทธิ์



การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและแบบใช้พลังงานได้	ตรวจแบบทดสอบ	แบบทดสอบ	ใช้เกณฑ์การประเมินระดับ 3 คุณภาพ ดังนี้ 3 ดี 2 พอใช้ 1 ปรับปรุง โดยจะต้องปฏิบัติได้ระดับ 2 คือพอใช้ขึ้นไปจึงจะผ่านเกณฑ์
2. อธิบายการลำเลียงสารแบบต่างๆได้	-ตรวจแบบทดสอบ -ตรวจการเขียนสรุปความรู้	-แบบทดสอบ -แบบการเขียนสรุปความรู้	
3. ทดลองการลำเลียงสารผ่านเซลล์และบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	-สังเกตการทดลอง -ตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	-แบบสังเกต -แบบบันทึกผลการทดลอง	
4. มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ตรวจแบบบันทึกผลการทดลอง	แบบบันทึกผลการทดลอง	
สมรรถนะสำคัญ	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	
5. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
6. ความสามารถในการสื่อสาร	ตรวจการเขียนสรุปความรู้	แบบการเขียนสรุปความรู้	
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	
7. ใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	
8. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	

.....សុំអោយ

(.....)

.....ច្បាប់

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

សហគ្រាសកម្ពុជាភ្នំពេញអន្តរជាតិ

.....សម្រាប់.....

.....

(.....)

.....

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



.....

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

.....

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

.....

.....

แบบบันทึกผลการทดลอง

เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ด้วยวิธีการออสโมซิส

1. การกำหนดปัญหา/คำถาม (beginning idea)

1.1 ผู้เรียนต้องการเรียนรู้อะไร

.....

.....

1.2 ผู้เรียนมีความเข้าใจเริ่มต้นในเรื่องที่ต้องการรู้อย่างไร

.....

.....

.....

2. การทดสอบ (test) : ผู้เรียนออกแบบการทดลองหรือขั้นตอนการทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

3. การสังเกต (observation) : ผู้เรียนสังเกต/ค้นพบข้อมูลอะไรในผลการทดลอง

.....

.....

ผลการทดลอง (ตาราง)

4. ข้อสรุป (claim) : ผู้เรียนได้ข้อสรุปอะไร (อธิบายจากผลการทดลองที่เกิดขึ้น)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ประจักษ์พยาน (evidence) : ผู้เรียนรู้อย่างไรว่าประจักษ์พยานที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อสรุปได้ (พิสูจน์ข้อสรุปที่ได้โดยใช้ประจักษ์พยานที่มี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. การอ่าน (reading) : ผู้เรียนสำรวจความเข้าใจของตน เปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้อง หรือแหล่งข้อมูลอื่น

6.1 แนวคิดของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนร่วมห้องหลังจากอภิปรายเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

6.2 แนวคิดของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่มาจากภายนอก จำนวนกี่แหล่ง และสามารถนำมาใช้อธิบายเชื่อมโยงกับผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้อย่างไร (โดยระบุแหล่งข้อมูล ผู้แต่ง หัวข้อ และความรู้ที่ได้รับ)

.....

.....

เอกสารประกอบการสอน เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์

การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีการรับสารจากภายนอก เช่น แร่ธาตุ น้ำ และอาหาร เข้าสู่เซลล์ เป็นต้น ในขณะที่เดียวกันเซลล์ก็จะกำจัดสารส่วนเกินหรือของเสียออกสู่ภายนอกด้วย เพื่อปรับหรือรักษาสภาพภายในเซลล์ให้เหมาะสมทำให้สามารถมีชีวิตได้ตามปกติ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีเยื่อหุ้มเซลล์ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จัดเป็นเยื่อเลือกผ่าน คือ ยอมให้สารบางอย่างผ่านได้ แต่สารบางอย่างผ่านได้ยากหรือผ่านไม่ได้เลย

การแพร่



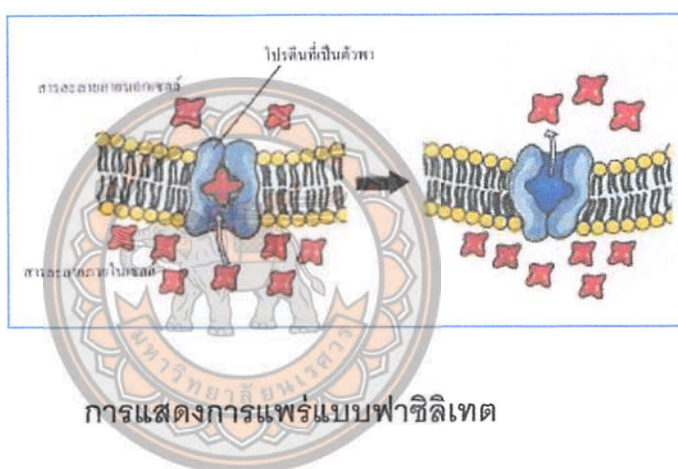
การแพร่ของสารเข้าสู่เซลล์ สารนั้นต้องมีโมเลกุลขนาดเล็ก โดยผ่านเข้าทางชั้นฟอสโฟลิพิดเท่านั้น เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคสารจากบริเวณสารที่มีความเข้มข้นสูง คือ มีอนุภาคสารนั้นเป็นจำนวนมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำกว่า อนุภาคของสารจะกระจายไปจนบริเวณนั้นมีความเข้มข้นของสารนั้นเท่ากันหมด จนถึงจุดสมดุลของการแพร่ แต่อนุภาคก็ไม่หยุดนิ่ง ยังมีการเคลื่อนที่เพราะอนุภาคมีพลังงานจลน์

ภาพแสดงการแพร่ของแก๊สออกซิเจนจากถุงลมเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงในหลอดเลือดฝอย

การออสโมซิส

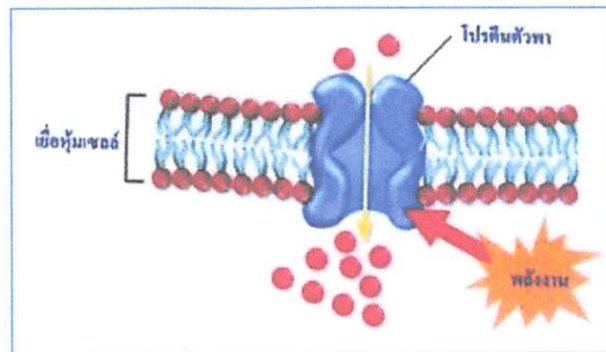
ร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำร้อยละ 65-70 น้ำจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต น้ำสามารถแพร่เข้าและออกจากเซลล์ได้ทางเยื่อหุ้มเซลล์ เซลล์จึงมีกลไกในการควบคุมการแพร่ของน้ำที่เข้าหรือออกจากเซลล์ การแพร่เข้าหรือออกของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เป็นการแพร่ของอนุภาคน้ำจากบริเวณที่มีอนุภาคของน้ำมากหรือบริเวณที่สารละลายมีความเข้มข้นน้อยกว่าไปสู่บริเวณที่มีอนุภาคของน้ำน้อย หรือบริเวณที่สารละลายมีความเข้มข้นมากกว่า

สารบางชนิดมีโมเลกุลใหญ่ไม่สามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง เช่น น้ำตาล กลูโคส กรดอะมิโน และไอออนสารต่างๆ เป็นต้น แต่พบว่าสารเหล่านี้ก็สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยฟอสโฟลิพิดและมีโปรตีนแทรกอยู่ สารเหล่านี้แพร่ผ่านเซลล์โดยมีโปรตีนเป็นตัวพา ซึ่งจะจับกับสารที่เซลล์จะลำเลียงเข้าหรือออกจากเซลล์อย่าง เฉพาะเจาะจง แล้วลำเลียงสารนั้นเข้าหรือออกจากเซลล์เรียกว่าการลำเลียงหรือการแพร่แบบนี้ว่า การแพร่แบบฟาซิลิเทต(facilitated diffusion) ซึ่งมีหลักการลำเลียงคล้ายกับการแพร่ คือ อนุภาค ของสารแพร่จากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่สารมีความเข้มข้นต่ำกว่า การแพร่ แบบฟาซิลิเทตจะมีอัตราการแพร่เร็วกว่าแบบธรรมดา และมีความเฉพาะเจาะจงต่อสารที่ ลำเลียงด้วย เช่น การแพร่ของน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อ



การลำเลียงสารโดยใช้พลังงาน

โดยทั่วไปเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์จะมีความเข้มข้นภายในเซลล์สูงกว่าภายนอกเซลล์ เช่น เซลล์ของรากพืช แม้ในขณะที่ภายในเซลล์มีความเข้มข้นของสารละลายแร่ธาตุสูงกว่า ภายนอก แต่เซลล์รากพืชก็ยังดูดซึมลำเลียงแร่ธาตุซึ่งละลายอยู่ในดินเข้าสู่เซลล์ได้อีก เป็น ต้น เซลล์สามารถลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารนั้นต่ำเข้าสู่ภายในเซลล์ซึ่งมีความ เข้มข้นของสารนั้นสูงกว่าได้ ก็เพราะเซลล์ใช้พลังงานที่ได้จากการสลายสารอาหารมาใช้ในการ ลำเลียงสารนั่นเอง การลำเลียงโดยใช้พลังงานนี้ต้องอาศัยโปรตีนตัวพาที่มีความจำเพาะต่อสารนั้น ซึ่งอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย

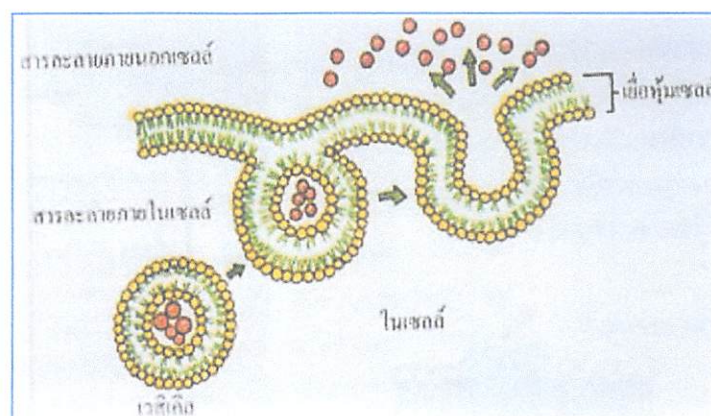


ภาพแสดงการลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน

การลำเลียงสารขนาดใหญ่

ในกรณีที่สารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน หรือคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น เป็นสารที่มีความจำเป็นต่อเซลล์ จำเป็นต้องลำเลียงเข้าและออกจากเซลล์แต่ไม่สามารถผ่านชั้นไขมันหรือช่องทางโปรตีนตัวพาได้ เซลล์จึงต้องมีวิธีการที่จะจับสารเหล่านี้เข้าและออกเซลล์ โดยเยื่อหุ้มเซลล์จะเว้าเข้าไปในไซโทพลาสซึมแล้วโอบล้อมสารนั้นไว้ จนกลายเป็นถุงเล็กๆ แล้วถุงนั้นก็เคลื่อนที่เข้าสู่ภายในเซลล์ เรียกว่าวิธีนำสารเข้าสู่เซลล์แบบนี้ว่า กระบวนการ เอนโดไซโทซิส (endocytosis)

ส่วนการลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกจากเซลล์เรียกว่า กระบวนการเอกไซโทซิส (exocytosis) สารที่ถูกขับออกจากเซลล์จะอยู่ภายในถุงที่หุ้มไว้โดยเยื่อหุ้มเซลล์ ถุงนี้จะเคลื่อนที่ไปจนถึงติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ แล้วเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์แล้วจึงเปิดเป็นช่อง ผลักดันสารนั้นออกนอกเซลล์



ภาพแสดงกระบวนการเอกไซโทซิส

ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis)

คือ การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่พบได้ในเซลล์จำพวก อะมีบาและเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยเซลล์สามารถยื่นไซโทพลาซึม ออกมาล้อมอนุภาคของสารที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นของแข็งก่อนที่จะนำเข้าสู่เซลล์ในรูปของเวสิเคิล จากนั้นอาจรวมตัวกับไลโซโซมภายในเซลล์เพื่อย่อยสลายสารอาหารในเวสิเคิลด้วยเอนไซม์ภายในไลโซโซม ฟาโกไซโทซิสเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การกินของเซลล์ (cell eating)



เกณฑ์การประเมินการเขียนบันทึกผลการทดลอง
ตามรูปแบบเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ประเด็น	ระดับคุณภาพ		
	0	1	2
ข้อสรุป (claim)	ไม่มีข้อสรุป หรือ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ข้อสรุปถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์	ข้อสรุปถูกต้องและ สมบูรณ์
ประจักษ์พยาน (evidence)	ไม่ได้อ้างถึงประจักษ์ พยานหรืออ้างถึง ประจักษ์พยานที่ไม่ เหมาะสม และไม่ได้ สนับสนุนข้อสรุป	อ้างถึงประจักษ์พยาน ที่เหมาะสม แต่ไม่ เพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อสรุป	อ้างถึงประจักษ์พยาน ที่เหมาะสมและเพียงพอ ที่จะสนับสนุน ข้อสรุป
การเขียน (writing) (เชื่อมโยงระหว่าง ประจักษ์พยานและ ข้อสรุป)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียนหรือ อ้างอิงเนื้อหาที่เรียน และไม่ได้เชื่อมโยง ระหว่างข้อสรุปและ ประจักษ์พยาน	มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียน แต่การ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุปและประจักษ์ พยานไม่เพียงพอ	มีการเชื่อมโยงกับ เนื้อหาที่เรียนได้อย่าง เหมาะสมและการ เชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุปและประจักษ์ พยานเพียงพอ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

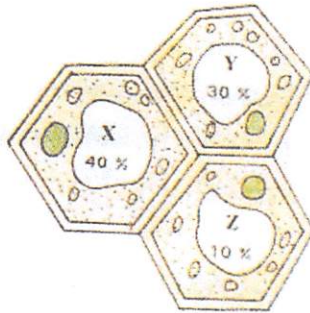
ประเด็น	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
ความสามารถในการแก้ปัญหา	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล แสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และตัดสินใจโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่นได้เป็นอย่างดี	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล แสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และตัดสินใจโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่นได้	แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล แสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา แต่การตัดสินใจในการแก้ปัญหาไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบต่อผู้อื่น
ความสามารถในการสื่อสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม และใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพในการเลือกรับข้อมูล ข่าวสารได้เป็นอย่างดี	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม และใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมมีแต่ยังขาดประสิทธิภาพในการเลือกรับข้อมูล ข่าวสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง แต่ใช้ภาษายังไม่เหมาะสม และใช้วิธีการสื่อสารที่ยังไม่เหมาะสม ขาดประสิทธิภาพในการเลือกรับข้อมูล ข่าวสาร

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

ประเด็น	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้สนใจทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆได้เป็นอย่างดี	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ แต่ยังไม่ค่อยมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ สนใจทำกิจกรรมต่างๆดี	ไม่ค่อยตั้งใจเรียน และเอาใจใส่ในการเรียนรู้ แต่สนใจทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆได้ค่อนข้างดี
มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ การงานและทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายได้ดีมาก	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ การงานและทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายได้ดี	มีตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ การงานและทำงานด้วยความเพียรค่อนข้างน้อย และไม่ค่อยพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

แบบทดสอบเรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์

1. ศึกษาแผนภาพนี้แล้วตอบคำถาม



ถ้าความเข้มข้นของสารละลายในแวคิวโอลของเซลล์ X Y และ Z เท่ากับ 40% 30% และ 10% ตามลำดับจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำในเซลล์ทั้งสามนี้อย่างไร จงอธิบาย





ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	สมฤทัย ฟูย่า
วัน เดือน ปี เกิด	18 กุมภาพันธ์ 2528
ที่อยู่ปัจจุบัน	124 หมู่ 9 ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง 52120
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง พ.ศ.2551

