

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

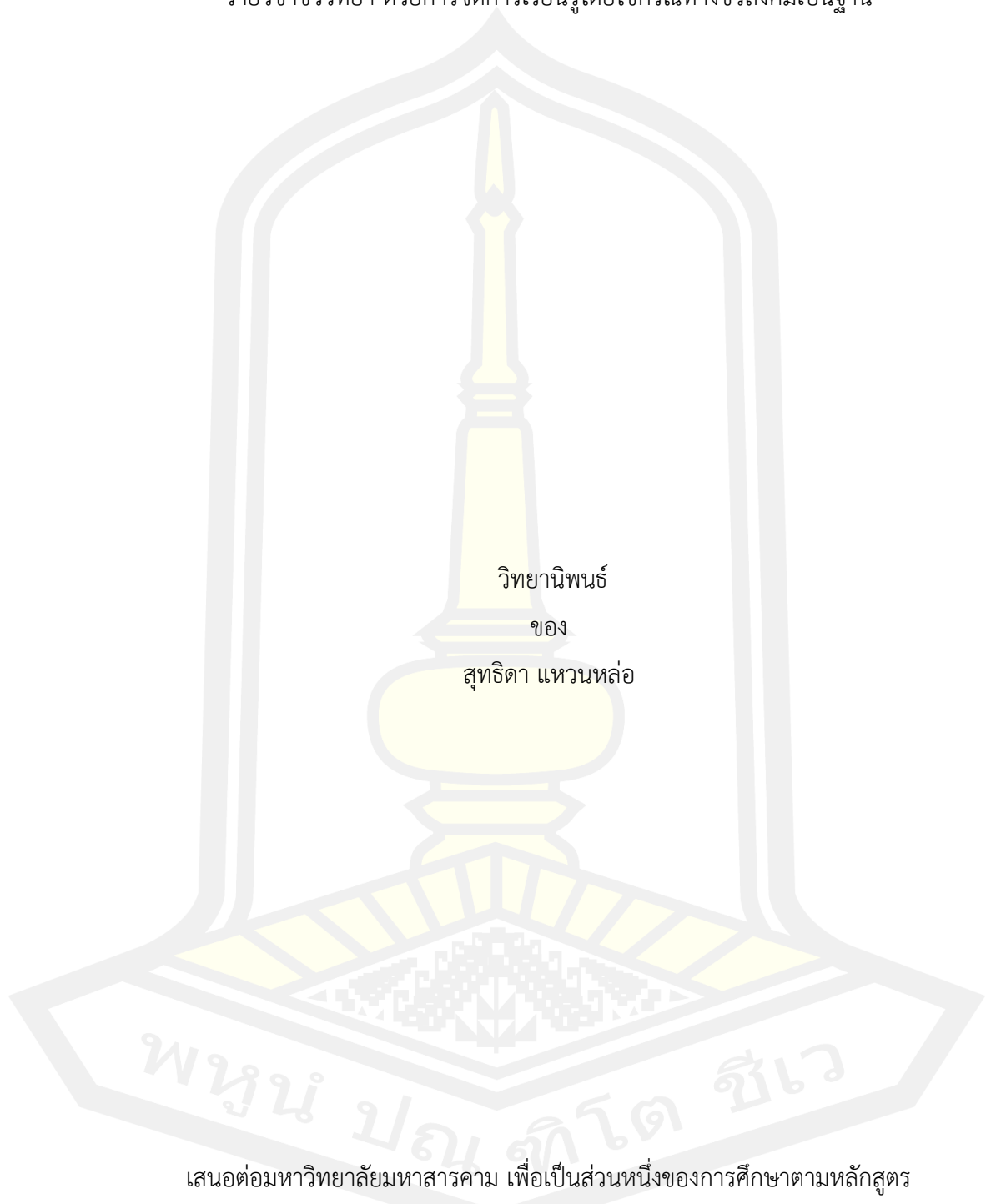
วิทยานิพนธ์
ของ
สุทธิดา แหวนหล่อ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน



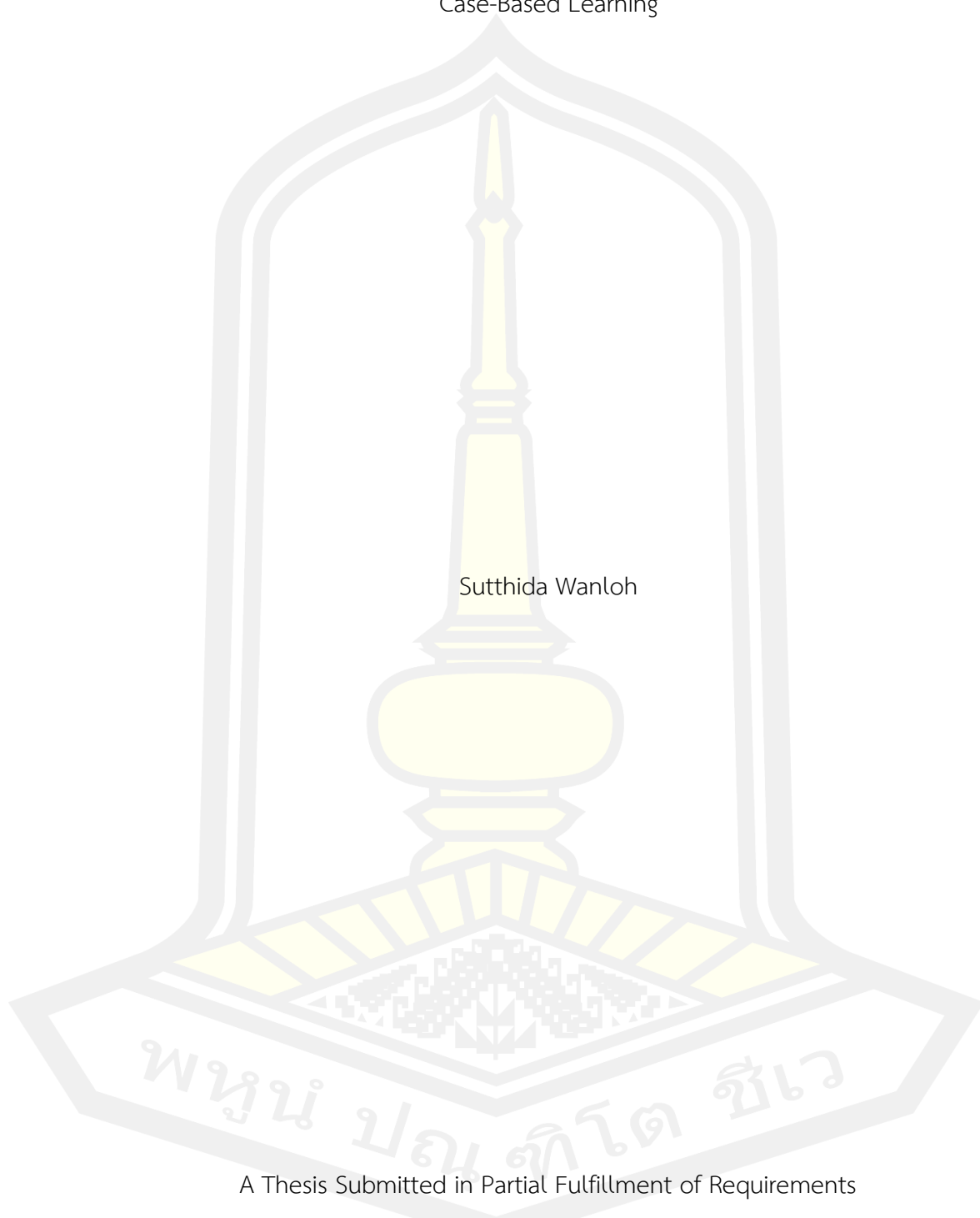
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing Scientific Explanation of Grade 10 Students in Biology by Socio-Biological
Case-Based Learning

Sutthida Wanloh



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

May 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. สุมาลี ชุกำแพง)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน		
ผู้วิจัย	สุทธิดา แหวนหล่อ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ระดับดีด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดำเนินการวิจัย 2 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 9.62 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.16 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน และนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 3 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.87 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด 21 คน

คำสำคัญ : การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

TITLE	Developing Scientific Explanation of Grade 10 Students in Biology by Socio-Biological Case-Based Learning		
AUTHOR	Sutthida Wanloh		
ADVISORS	Associate Professor Prasart Nuangchalerm , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

This action research aims to develop the scientific explanation ability of Grade 10 students to pass the good level using socio-biological case-based learning in biology on the topic Immune system. The target group consisted of 21 students in grade 10 at Maharakham University Demonstration School (Secondary). The research instrument was: plan of instrument using socio-biological case-based learning. The instruments used to reflect the results were: scientific explanation test, student behavior observation, semi structure interviews, and student journal. The data were analyzed by percentage, average, and standard deviation. Action research is completed in two cycles. The results showed in the first cycle, 18 students received an average scientific explanation score of 9.62 out of a total of 12 points, representing 80.16 percent, and 3 students did not meet the good level criterion. In the second cycle, 21 students received an average scientific explanation score of 10.90 out of a total of 12 points, representing 90.87 percent.

Keyword : Scientific explanation, Socio-Biological Case-Based Learning

กิตติกรรมประกาศ

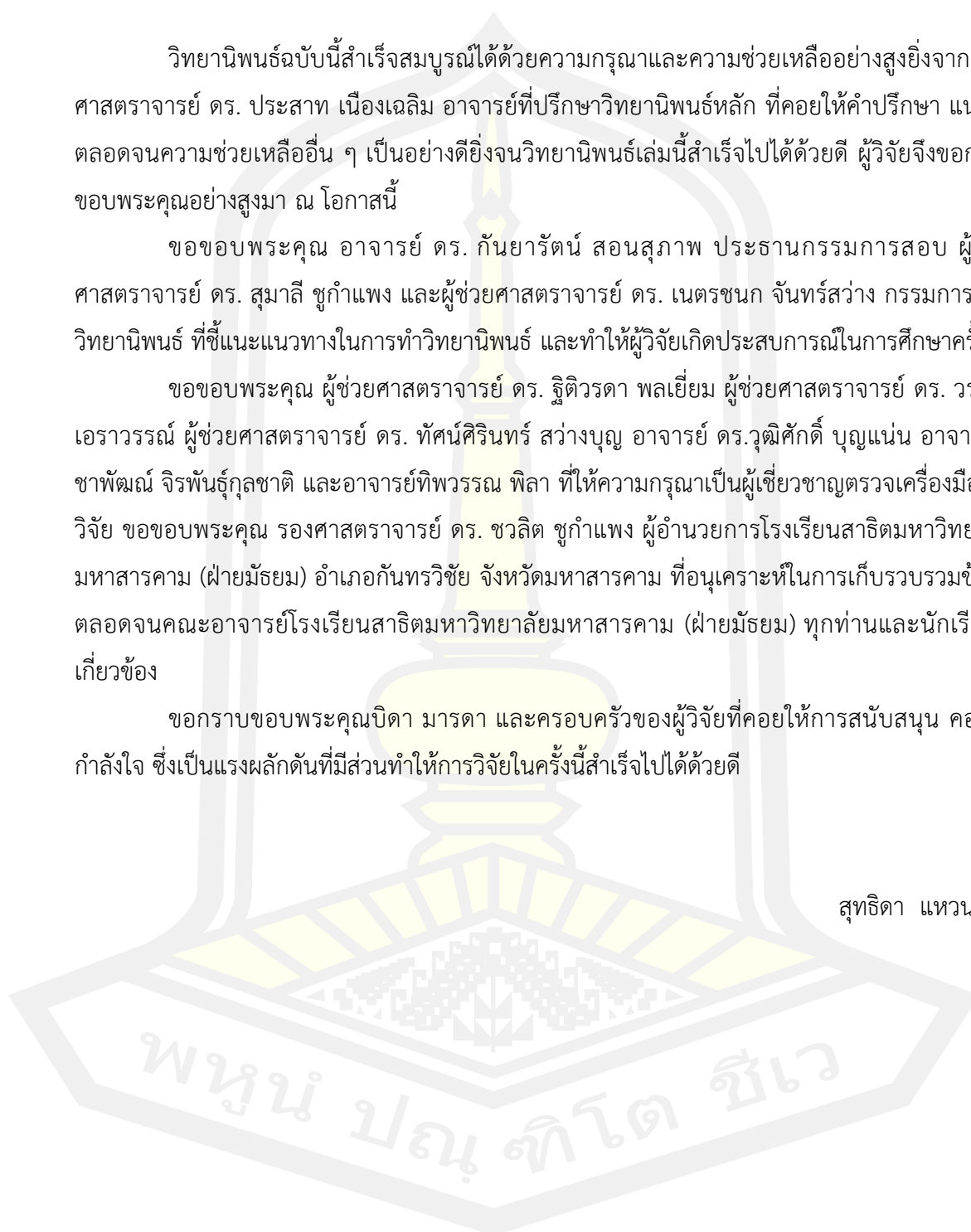
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลืออื่น ๆ เป็นอย่างดียิ่งจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกกำแพง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และทำให้ผู้วิจัยเกิดประสบการณ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติวรดา พลเยี่ยม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอรารวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศน์ศิริินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ ดร. วุฒิสักดิ์ บุญแน่น อาจารย์นิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ และอาจารย์ทิพวรรณ พิล่า ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ขวลิต ชุกกำแพง ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนคณะอาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ทุกท่านและนักเรียนที่เกี่ยวข้อง

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุทธิดา แหวนหล่อ

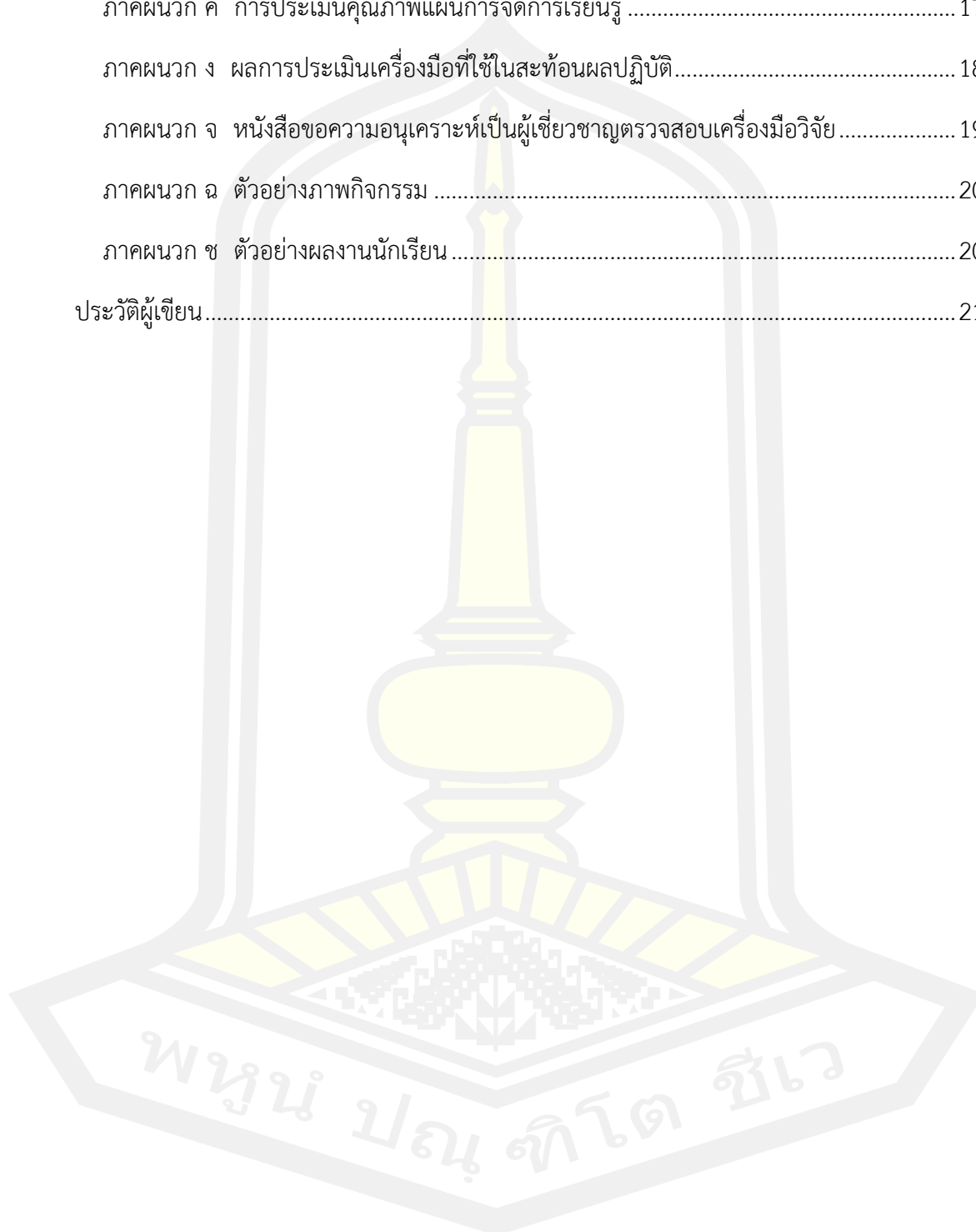


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	3
ความสำคัญของงานวิจัย	3
ขอบเขตงานวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	7
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน	23
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม).....	30
วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
บทที่ 3	59

วิธีดำเนินการวิจัย	59
กลุ่มเป้าหมาย	59
รูปแบบการวิจัย	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล	87
การวิเคราะห์ข้อมูล	89
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 4	92
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	92
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละวงจรปฏิบัติการ	94
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการ	118
บทที่ 5	120
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
ความมุ่งหมายของการวิจัย	120
สรุปผล	120
อภิปรายผล	121
ข้อเสนอแนะ	125
บรรณานุกรม	126
ภาคผนวก	131
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	132

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลปฏิบัติ	159
ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้	177
ภาคผนวก ง ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในสะท้อนผลปฏิบัติ.....	187
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	194
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างภาพกิจกรรม	201
ภาคผนวก ช ตัวอย่างผลงานนักเรียน	205
ประวัติผู้เขียน	214



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ Sundoval (2001).....	13
ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2006).....	13
ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2008).....	14
ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ สันติชัย อนุวรชัย (2553)	15
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ อรณิชา หงษ์เกิด (2561)..	16
ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	17
ตารางที่ 7 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (National Research Council, 1996)	18
ตารางที่ 8 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Biological Science Curriculum Study, 2014).....	19
ตารางที่ 9 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ดัดแปลงจาก สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 80-81).....	21
ตารางที่ 10 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของ Arends (2012: 411).....	26
ตารางที่ 11 บทบาทของครูและนักเรียนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Suwono et al. 2017)	27
ตารางที่ 12 สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน.....	28
ตารางที่ 13 ผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564.....	40
ตารางที่ 14 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้หน่วยที่ 3 เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อยระบบภูมิคุ้มกัน	49
ตารางที่ 15 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	59

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 34 คน.....	60
ตารางที่ 17 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้	65
ตารางที่ 18 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือดและ ระบบภูมิคุ้มกัน.....	65
ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน	67
ตารางที่ 20 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	77
ตารางที่ 21 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดัดแปลงจาก McNeill and Krajcik (2008).....	80
ตารางที่ 22 ประเด็นในการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน.....	82
ตารางที่ 23 พฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	83
ตารางที่ 24 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	85
ตารางที่ 25 ประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนบันทึกในอนุทินด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ .	87
ตารางที่ 26 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	90
ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้.....	92
ตารางที่ 28 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน วงจรปฏิบัติการที่ 1	102
ตารางที่ 29 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1	107
ตารางที่ 30 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน วงจรปฏิบัติการที่ 2	113
ตารางที่ 31 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2	118
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 วงจร ปฏิบัติการ.....	118

ตารางที่ 33 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	181
ตารางที่ 34 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	182
ตารางที่ 35 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	183
ตารางที่ 36 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	184
ตารางที่ 37 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	185
ตารางที่ 38 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ รักษาสกุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	186
ตารางที่ 39 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	188
ตารางที่ 40 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	189
ตารางที่ 41 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อกับประเด็นการสัมภาษณ์ของแบบ สัมภาษณ์นักเรียน.....	190

ตารางที่ 42 ผลการพิจารณาความเหมาะสมระหว่างรายการประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนนของเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	191
ตารางที่ 43 ผลการพิจารณาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนนต่อเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร ปฏิบัติการที่ 1	192
ตารางที่ 44 ผลการพิจารณาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญของความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนนต่อเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร ปฏิบัติการที่ 2	193

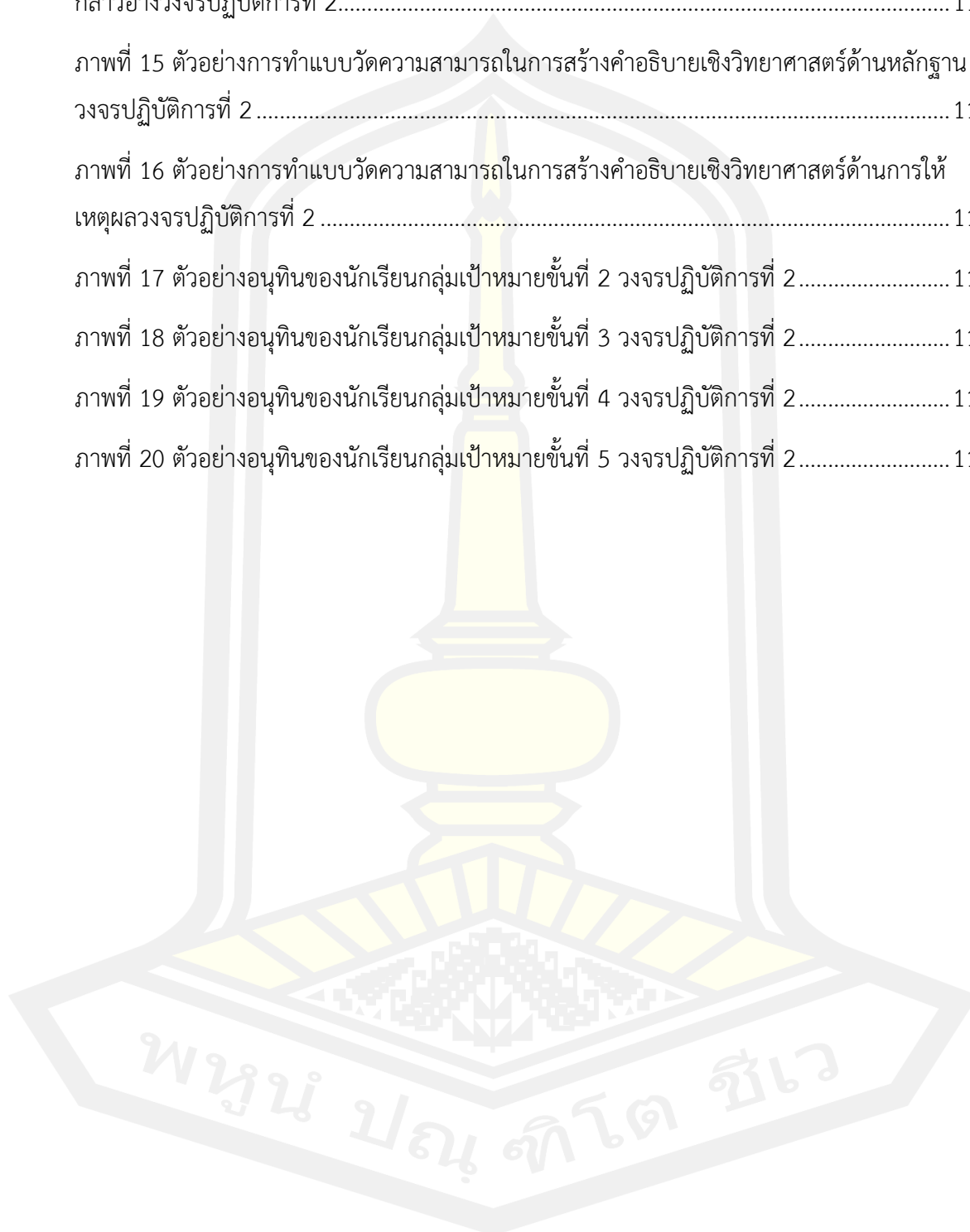


สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 1	97
ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 1	99
ภาพที่ 3 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 1	101
ภาพที่ 4 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 1	103
ภาพที่ 5 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 1	104
ภาพที่ 6 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 1	104
ภาพที่ 7 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 1	106
ภาพที่ 8 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 1	106
ภาพที่ 9 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 4 วงจรปฏิบัติการที่ 1	106
ภาพที่ 10 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 5 วงจรปฏิบัติการที่ 1	107
ภาพที่ 11 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 2	110
ภาพที่ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 2	111
ภาพที่ 13 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 2	112

ภาพที่ 14 ตัวอย่างการทำให้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	115
ภาพที่ 15 ตัวอย่างการทำให้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 2	115
ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทำให้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 2	115
ภาพที่ 17 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	116
ภาพที่ 18 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	117
ภาพที่ 19 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 4 วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	117
ภาพที่ 20 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 5 วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	117



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ความท้าทายต่างๆ ที่มนุษย์ได้เผชิญ (Murti & Madya, 2013) รวมถึงมีการสร้างนวัตกรรมที่หลากหลายโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Organization for Economic Co-Operation and Development; OECD, 2016) ทั้งนี้วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดไม่ว่าจะเป็น ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ มีทักษะในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยให้ความสำคัญกับการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทในชีวิตจริง (Nurse, 2016) พัฒนาให้มนุษย์มีความรู้มากพอเพื่อที่จะนำความรู้ไปใช้ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และควรเสริมสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับการทำงานในยุคของเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based Economy) (Autieri et al, 2016)

กรอบโครงสร้างที่สำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) (McNeill and Krajcik, 2008) ซึ่งเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรในบริบททางวิทยาศาสตร์ โดยการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมากกว่าความสามารถในการจำทฤษฎีมาใช้ในการอธิบาย แต่ต้องอาศัยความเข้าใจว่าความรู้ดังกล่าวได้มาอย่างไร และการกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์มีความเชื่อถืออยู่ในระดับใด (Suhandi et al, 2018) ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (National Research Council; NRC, 1996) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงจัดเป็นแนวปฏิบัติที่ครูวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญ และนำมาใช้เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน รวมถึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนให้เห็นภาพรวมของวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมความเข้าใจในโมเดลทางวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008) นอกจากนี้จะทำให้นักเรียนรู้จักกำหนดคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และตีความรูปแบบข้อมูล เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลกับทฤษฎีในการอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ (Nawani, 2019) และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะสื่อสาร เข้าใจ มีทักษะการคิดและอธิบายโดยเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และหลักฐานได้ (วนิชชา หมั่นเรียน, 2562)

จากการสอบถามครูผู้สอนเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า โรงเรียนมุ่งเน้นพัฒนาด้านความรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักและเหตุผล นอกจากนี้ยังมีเป้าหมายที่จะให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ แต่จากการสังเกตการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ผ่านทางแอปพลิเคชัน Microsoft Team ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในส่วนของความรู้ ความจำได้ดี แต่นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้หรือทฤษฎีมาอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 13 คน อยู่ในระดับดี นักเรียนจำนวน 14 คนอยู่ระดับปานกลาง และนักเรียนจำนวน 7 คน อยู่ในระดับน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางและระดับน้อย ซึ่งรวมทั้งหมด 21 คนเป็นกลุ่มเป้าหมายจากสภาพปัญหาข้างต้น จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนารสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิดทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ยกตัวอย่างในรายวิชาเคมี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio Scientific Issues; SSI) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา (Mahanani, 2019) และในรายวิชาชีววิทยา เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ (อรณิชา หงษ์เกิด, 2561) ทั้งนี้งานวิจัยของ Illingworth et al. (2012) พบว่า นักเรียนจะเกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ผ่านประเด็นทางสังคม ครูผู้สอนมีการเชื่อมโยงเข้าสู่การอธิบายที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน (McNeill and Krajcik, 2008) นอกจากนี้การสอนโดยใช้กรณีศึกษาจะสามารถพัฒนาให้นักเรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา ตัดสินใจและให้เหตุผลได้ (Barkley, 2010) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) (Suwono et al, 2017) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้น

การใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยาที่เป็นประเด็นทางสังคม สามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูง นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา โดยอ้างอิงข้อมูลทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล ซึ่งการใช้ปัญหาที่สามารถพบได้ในชีวิตจริงในการสอนจะนำไปสู่การค้นพบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยา (Kloser, 2012) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนประยุกต์ตามแนวคิดของ Arends (2012) ดังนี้ ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ และขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาและหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) เป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่ของผู้ที่ปฏิบัติงาน เพื่อที่จะปรับปรุงการปฏิบัติงาน และงานที่กำลังดำเนินการอยู่ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2543) โดยการวิจัยปฏิบัติการมี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อนผล ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะเป็นพื้นฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

ความสำคัญของงานวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน
2. เป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาสูงขึ้น

ขอบเขตงานวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 21 คน

2. ระยะเวลา

งานวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้ระยะเวลา 4 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเน้นการใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยาที่เป็นประเด็นทางสังคม เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ Arends (2012) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม โดยครูผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือค้นคว้าหาความรู้

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ขั้นที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นักเรียนร่วมกันระบุดูข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม นักเรียนแบ่งสถานการณ์ปัญหาออกเป็นหัวข้อย่อย จากนั้นนักเรียนเขียนคำตอบของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมเพื่อระบุปัญหา พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับปัญหา ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการระบุปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจนและให้เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม หมายถึง ขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาจัดกระทำข้อมูลผ่านการพูดคุยภายในกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรม เพื่อใช้ในการอธิบายความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือปัญหาจากสถานการณ์ ครูคอยให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมในการค้นคว้าหาความรู้ อีกทั้งตรวจสอบว่าข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนทุกกลุ่มส่งตัวแทนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำแล้วมานำเสนอโดยการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม และครูอำนวยความสะดวกในการนำเสนอของนักเรียน อีกทั้งคอยตรวจสอบการอธิบายการให้เหตุผลของนักเรียนในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของสถานการณ์ โดยนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรม นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาจากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และการเฉลยใบงานร่วมกับครู

2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล เพื่อลงข้อสรุปหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ซึ่งมีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุปของคำถามหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

2.2 หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

2.3 การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย เป็นสถานการณ์ใช้ข้อความปลายเปิด ให้นักเรียนทำการทดสอบทำวงจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ โดยมี 2 วงจรปฏิบัติการ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกที่ดัดแปลงมาจาก McNeill and Krajcik (2008) ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ คือ 2 1 และ 0 ตามลำดับ ทำให้คะแนนที่ได้อยู่ระหว่าง 0-12 จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนมาแปลผลเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับดี ปานกลาง และน้อย

3. วิจัยปฏิบัติการ เป็นงานวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน โดยแบ่งการปฏิบัติออกเป็นวงจร โดยในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งแต่ละวงจรแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อที่จะเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษา ตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา ดังกล่าว

3.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

3.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

3.4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนคิดผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผน เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

ในงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการ 2 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 1 และแผนที่ 2 เต็มรูปแบบที่โรงเรียน (Onsite) ในขณะที่แผนที่ 3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online) ผ่านแอปพลิเคชัน Microsoft Team

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 4 และแผนที่ 5 แบบออนไลน์ (Online) ผ่านแอปพลิเคชัน Microsoft Team แต่ในขณะที่แผนที่ 6 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเต็มรูปแบบที่โรงเรียน (Onsite)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยสรุปเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน
3. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
4. วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Martin (1972) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายในบริบทวิทยาศาสตร์ ให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และอ้างอิงทฤษฎีที่มาจากกฎและการแสดงที่มาของความรู้

National Research Council (1996) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติผ่านการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์

McNeill and Krajcik (2006) กล่าวว่า คำอธิบาย เป็นการรายงานลักษณะและเหตุผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์นั้นจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร หรือเพราะเหตุใดจึงเกิดปรากฏการณ์นั้น

Osborne and Patterson (2011) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์เป็นฐาน หรือเป็นการนำทฤษฎีองค์ความรู้มาอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น ๆ

Reiser et al. (2012) กล่าวว่า การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ

Zangori and Forbes (2014) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลที่ได้จากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยแสดงความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปรและกลไกที่ใช้ในการอธิบายที่สนับสนุนสาเหตุและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 25) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่แสดงถึงความหมาย อธิบายหรือการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะบ่งชี้ คือ ต้องเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง สะท้อนผลจากการสังเกต การทดลอง และเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

ณัฐกิจ ทองน้อย (2560, น. 18) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาปรากฏการณ์นั้นต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นการแสดงความเชื่อมโยงระหว่างคำตอบของคำถามหรือผลของการศึกษาหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งได้จากการสังเกต ทดลอง หรือจากการสืบค้นข้อมูล

อรณิชา หงษ์เกิด (2561, น. 13) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการใช้เหตุผลเชิงตรรกะเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2561, น. 23) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำข้อความที่สร้างได้ไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

วนิชชา หมั่นเรียน (2562, น.8) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรายงานผลหรือการสื่อความหมายโดยมีการเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และสิ่งที่เห็นประจักษ์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล ซึ่งข้อมูลอยู่บนพื้นฐานของเหตุและผลของวิทยาศาสตร์

วาสนา ช้างเพชร (2562, น. 17) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อสร้างเป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำข้อความที่สร้างได้ไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามในปัญหาต่าง ๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของความหมายการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการให้ความหมายที่หลากหลายตามบริบทที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ทำการศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำกฎ ทฤษฎี หรือ

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลเพื่อลงข้อสรุปหรือทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2. ความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและเป็นตัวกำหนดกรอบโครงสร้างของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน รวมถึงเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้เห็นภาพรวมของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

McCain (2015) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะทำให้เข้าใจได้ว่าทำไมปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจึงเกิดขึ้น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และเหตุใดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจึงยังคงอยู่

Nawani (2019) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้อธิบาย จะกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ทักษะการให้เหตุผล เช่น กำหนดคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และตีความรูปแบบข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูลกับทฤษฎีเพื่ออธิบายสาเหตุของเหตุการณ์

สันติชัย อนุรัชย์ (2553, น. 24) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล ตลอดจนการสร้างประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์เสมือนจริงให้กับนักเรียน จึงเป็นการพัฒนาระบบการคิดการปฏิบัติ และสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์

อรณิชา หงษ์เกิด (2561, น. 12) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งด้านการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนและพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และการให้เหตุผล รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งนำเอาหลักปฏิบัติของสังคมวิทยาศาสตร์มาปรับใช้เสมือนเป็นการส่งเสริมคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน

วนิชชา หมั่นเรียน (2562, น. 8) กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นหัวใจหลักและพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การมองเห็น สัมผัส สังเกตโดยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่จะสื่อสาร เข้าใจ มีทักษะการคิด และอธิบายโดยเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และหลักฐานได้

จากการศึกษาความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยสามารถนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิด

ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล เพื่อลงข้อสรุปหรือทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเปลี่ยนมุมมองจากวิชาที่ท่องจำไปสู่วิชาที่มีการสร้างองค์ความรู้

3. องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2006) ได้พัฒนาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin (Toulmin's Argumentation Pattern: TAP) (1958) และกำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหา เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ได้มาจากการสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์

Berland and Reiser (2008) กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถาม เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนสร้างได้ง่ายที่สุดและสามารถระบุข้อสรุปจากคำอธิบายของผู้อื่นได้ง่ายเช่นกัน
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนรวบรวม เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อความสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานมีได้หลายแบบ เช่น ข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลจากการสังเกต ข้อเท็จจริงที่ได้จากการอ่านและการอภิปราย
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

Yao and Guo (2017) กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ปรากฏการณ์ (Phenomenon) คือ การอธิบายปรากฏการณ์ โดยการประมวลผลจากบริบทจริง
2. ทฤษฎี (Theory) คือ การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กฎ ทฤษฎีและหลักการที่ผ่านการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
3. ข้อมูล (Data) คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ ซึ่งอาจมีทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงปรากฏการณ์ หลักฐาน และทฤษฎีผ่านการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนูวรชัย (2553, น.28) กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากรูปแบบข้อโต้แย้งของ Toulmin มีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาปรากฏการณ์
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

อรณิชา หงษ์เกิด (2561, น.17) กำหนดกรอบแนวคิดองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้รับการพัฒนามาจากรูปแบบข้อโต้แย้งทั่วไป (Generic Argument Form) ของ Toulmin มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบ ข้อยืนยัน หรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ
2. หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การสังเกต หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ นักเรียนจะต้องคัดเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างตน
3. การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้อ้างอิงองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปความหมาย ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อสรุปของคำถามหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

4. การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นการประเมินโดยการใช้แบบทดสอบความเรียง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ลักษณะของแบบวัด และเกณฑ์การประเมิน

4.1 ลักษณะของแบบวัด

McNeill and Krajcik (2006) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 เรื่อง เรื่องละ 1 ข้อ โดยใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Explanation Items) ได้แก่ สารและสมบัติของสาร ปฏิกิริยาเคมีและการอนุรักษ์มวล โดยสองเรื่องแรกให้ตารางเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์ ส่วนเรื่องที่สามให้ภาพการทดลองเป็นข้อมูลประกอบสถานการณ์

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

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 32) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อสอบที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ สถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบาย มีข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งอาจอยู่ในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ หรือ ภาพการทดลอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลในการอ้างอิงในการสร้างคำอธิบาย และมีคำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบ

วณิชชา หมั่นเรียน (2562, น.11) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการอธิบายโดยจุดประสงค์ที่ชัดเจนและมีข้อมูลที่เป็นหลักฐานประกอบอยู่ในแบบวัด เช่น กราฟ ตาราง แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนได้มีการอธิบายคำตอบโดยเชื่อมโยงสอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐาน ซึ่งจำนวนข้อสอบและระยะเวลาในการทำขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบและความสามารถของนักเรียน

จากการวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า มีลักษณะเป็นสถานการณ์โดยใช้ข้อคำถามปลายเปิด มีคำสั่งหรือคำถามที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยระบุว่าการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับอะไร จากนั้นนักเรียนให้เหตุผลโดยเชื่อมโยงให้สอดคล้องกับข้อมูลและหลักฐาน ซึ่งจำนวนข้อสอบและระยะเวลาในการทำขึ้นอยู่กับผู้ออกข้อสอบและความสามารถของนักเรียน

4.2 เกณฑ์การให้คะแนน

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ามีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริก ดังนี้

Sundoval (2001) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการใช้หลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตั้งแต่ 0-3 ปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ Sundoval (2001)

ระดับคะแนน	คำอธิบายในแต่ละความสามารถ
0	ไม่แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง
1	มีการอ้างถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างเพียงบางส่วน
2	มีการอ้างถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างเกือบครบถ้วน
3	มีการอ้างถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างครบถ้วน

McNeill and Krajcik (2006) สร้างเกณฑ์การประเมินของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ 0 - 5 ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2006)

ระดับคะแนน	คำอธิบายในแต่ละความสามารถ
0	ระบุงค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายไม่ถูกต้อง
1	ไม่ระบุงค์ประกอบโดยสร้างคำอธิบายจากสถานการณ์
2	ระบุงค์ประกอบการสร้างคำอธิบายมากเกินไป ไม่เชื่อมโยงกับสิ่งที่ถาม
3	ระบุงค์ประกอบการสร้างคำอธิบายที่คลุมเครือ
4	ระบุงค์ประกอบการสร้างคำอธิบายได้ แต่อธิบายตัวอย่างที่นำไปสู่ข้อสรุปยังไม่ครบถ้วน
5	ระบุงค์ประกอบการสร้างคำอธิบายได้ครบถ้วน

McNeill and Krajcik (2008) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็น โดยพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของคำอธิบาย ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0-2 ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อสรุปได้สมบูรณ์	สร้างข้อสรุปได้บางส่วน	ไม่สามารถสรุปได้หรือสรุปไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป	แสดงหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่ข้อสรุป	ไม่สามารถแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่นำไปสู่ข้อสรุป
การให้เหตุผล	เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้ถูกต้องและสมบูรณ์	เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้บางส่วนรวมถึงให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่เพียงพอ	ไม่สามารถให้เหตุผลหรือให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

Ningsi (2021) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นภาพรวม ซึ่งจัดกลุ่มนักเรียนจากลักษณะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม คือ คำอธิบายที่ประกอบด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

กลุ่มที่ 2 นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายที่ไม่เหมาะสม คือ คำอธิบายที่ประกอบด้วยแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา แต่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ 3 นักเรียนไม่มีการสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผล หรือมีการสร้างคำอธิบายเล็กน้อย

กลุ่มที่ 4 นักเรียนไม่มีการสร้างคำอธิบาย หรือคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ถาม

สันติชัย อนูราชัย (2553, น. 33) ได้สร้างเกณฑ์การประเมิน โดยดัดแปลงรูปแบบการประเมินของ McNeill and Krajcik (2008) พร้อมทั้งมีการระบุบ่งชี้คะแนนในระดับต่าง ๆ ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ สันติชัย อนุวรชัย (2553)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ข้อกล่าวอ้าง	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอและอาจมีหลักฐานบางประการไม่เหมาะสม	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือเป็นหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	แสดงเหตุผลที่เป็นการเชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำและ/หรือการใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์บ้าง แต่เพียงพอ	ไม่แสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

อรณิชา หงษ์เกิด (2561, น. 63) ได้สร้างเกณฑ์การประเมิน โดยดัดแปลงรูปแบบการประเมินของ McNeill and Krajcik (2006) พร้อมทั้งมีการระบุชี้คะแนนในระดับต่าง ๆ ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ อรณิชา หงษ์เกิด (2561)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องและสมบูรณ์	สร้างข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือสร้างข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	ใช้หลักฐานได้อย่างได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ	ไม่แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือใช้หลักฐานไม่เหมาะสมต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	ให้เหตุผลถูกต้องและสมบูรณ์ แสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ	มีการให้เหตุผลแสดงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง อาจมีการอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เพียงพอ	ไม่มีการให้เหตุผลหรือเหตุผลที่ใช้ไม่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ของ McNeill and Krajcik (2008) ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา สามารถสรุปได้ดังปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับสถานการณ์ อย่างครบถ้วน	ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ สถานการณ์ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ หรือไม่ เขียนข้อกล่าวอ้าง
หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อย่างครบถ้วน	ระบุหลักฐานที่ สอดคล้องเพื่อสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุหลักฐานที่ไม่ สอดคล้องกับข้อกล่าว อ้าง หรือไม่ระบุ หลักฐาน
การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยงหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ หลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุเหตุผลที่ไม่ สอดคล้อง ระหว่างการ เชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้างโดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ หรือระบุ เหตุผล

5. พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการศึกษาหลายท่านได้ระบุพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

National Research Council (1996) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันตามช่วงระดับชั้น ดังปรากฏในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
(National Research Council, 1996)

ระดับชั้น	พฤติกรรมที่บ่งชี้
เกรด K-4	1. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนมีกระบวนการสืบเสาะเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
เกรด 5-8	1. นักเรียนมีความสามารถในการในอธิบาย บรรยาย โดยใช้หลักฐาน 2. นักเรียนมีการคิดเชิงเหตุผล และคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และหลักฐาน 3. นักเรียนมีการวิเคราะห์ และยอมรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ 4. นักเรียนมีการสื่อสารเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นได้
เกรด 9-12	1. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างและตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์แบบจำลอง และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งยอมรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ 3. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร และมีการกล่าวโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้

McNeill and Krajcik (2006) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

1. นักเรียนระบุข้อมูลถูกต้อง โดยเชื่อมโยงกับคำถาม มีแนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน
2. นักเรียนระบุหลักฐานถูกต้องและครบถ้วนในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยมีการวางแผนเพื่อสำรวจตรวจสอบและสามารถนำข้อมูลมาจัดกระทำ
3. นักเรียนให้เหตุผลที่ถูกต้องและครบถ้วน โดยเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อนำไปสู่การกล่าวอ้างที่เหมาะสมและเพียงพอโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถประเมินได้จากการสร้างภาระงานเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีการวัดความเข้าใจในเนื้อหาและการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การเขียนรายงาน ผลงานของนักเรียน

Ruiz-Primo, Li, Tsai, and Schneider (2010) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานและสร้างคำอธิบายอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม
3. นักเรียนสร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ
4. นักเรียนสามารถโต้แย้งโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

Biological Science Curriculum Study (2014) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถวัดได้จากรายการประเมิน 5 รายการ ปรากฏในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Biological Science Curriculum Study, 2014)

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่บ่งชี้
การสร้างข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบ	ครูตั้งคำถามหรือโจทย์ปัญหา เพื่อทำให้นักเรียนค้นหาคำตอบ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะรู้จากการสืบเสาะข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งเก็บรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตอบคำถาม
การรวบรวมหลักฐาน	นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการอธิบาย โดยอาจมีความหลากหลาย แต่บางข้อมูลก็ไม่สามารถตอบคำถามได้ ดังนั้น ข้อมูลที่จะนำมาเป็นหลักฐานได้ จะต้องเป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ข้อมูลดังกล่าวอาจได้มาจากการสืบเสาะ การสังเกต การอ่าน
การให้เหตุผลของนักเรียน	นักเรียนควรอธิบายให้ได้ว่า เหตุใดหลักฐานที่นำมา สามารถช่วยในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ ครูผู้สอนอาจสร้างตารางแสดงการใช้หลักฐานเชื่อมโยงกับการให้เหตุผล ต้องอาศัยตรรกะความเชื่อมโยงและใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่บ่งชี้
การสร้างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน	ข้อกล่าวอ้าง คือผลลัพธ์ของคำถาม โดยครูผู้สอน ควรที่จะเน้นให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างที่มาจากหลักฐานและการให้เหตุผลที่สอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นจากข้อกล่าวอ้าง แต่อาจเป็นการตั้งคำถามและรวบรวมข้อมูล หลักฐานและใช้ตรรกะเหตุผลเพื่อสรุปเป็นข้อกล่าวอ้าง
การรู้ถึงเป้าหมายของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	นักเรียนต้องมีการตระหนักถึงคุณค่าของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล

Woody (2015) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องแสดงแสดงพฤติกรรมในห้องเรียน ดังนี้

1. นักเรียนมีการพูดคุยกันอย่างเปิดเผย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองในกลุ่มย่อย
2. ภายในกลุ่มควรมีสมาชิกที่มีความสามารถและทักษะความรู้แตกต่างกัน เพื่อร่วมกันสร้างและตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น.30) กล่าวว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน สอดคล้องกับการประเมินกระบวนการเรียนรู้ในเรื่องการสืบสอบความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008) ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออก คือ มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ประกอบด้วย ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้และการประเมิน โดยงานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย ประเมินตามขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยเกณฑ์การประเมินอ้างอิงจาก Sampson et al. (2009) แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก ดี และปรับปรุง ซึ่งพบว่าขั้นตอนการเรียนการสอน 3 ขั้นตอนแรกของรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว เป็นขั้นตอนที่แสดงถึงกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
(ดัดแปลงจาก สันติชัย อนุวัชรชัย, 2553, น. 80-81)

ขั้นตอนการเรียนรู้การ สอน	พฤติกรรมที่ต้องการ วัด	รายการประเมิน	พฤติกรรมที่บ่งชี้
ขั้นตอนที่ 1 การระบุ ภาระงาน คือ การสร้าง ความสนใจ การ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับ เรื่องที่ศึกษาและระบุ ภาระงาน	อธิบายและทบทวน ประสบการณ์หรือ ความรู้เดิม เพื่อใช้ในการ วิเคราะห์และทำ ความเข้าใจคำถามหรือ ปัญหา	1. การวิเคราะห์ คำถามหรือปัญหา ในการสำรวจ ตรวจสอบ	ทบทวนความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมได้ สอดคล้องกับคำถาม หรือปัญหาในการ สำรวจตรวจสอบและ แยกแยะองค์ประกอบ ของคำถามหรือปัญหา ในการสำรวจ ตรวจสอบ
ขั้นตอนที่ 2 การสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อ รวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอ ข้อมูลที่ได้จากการ สังเกตทดลองหรือ สำรวจตรวจสอบ	ออกแบบ วางแผนและ ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูลตามแผน ที่วางไว้	2. การวางแผนการ สำรวจตรวจสอบ	กำหนดขั้นตอนการ สำรวจตรวจสอบได้ ถูกต้องและเป็นลำดับ ขั้นตอนที่ชัดเจนของ ข้อมูล และสามารถ สื่อความหมายได้ ชัดเจน
		3. การออกแบบ บันทึกผลสำรวจ ตรวจสอบ	กำหนดวิธีการบันทึก ผลการสำรวจ ตรวจสอบได้เหมาะสม กับลักษณะของข้อมูล และสามารถสื่อ ความหมายได้ชัดเจน
		4. การเก็บรวบรวม ข้อมูล	ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบตามแผนที่ วางไว้ครบทุกขั้นตอน

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นตอนที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการระบุข้อกล่าวอ้าง	5. การระบุข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง กระชับ และสื่อความหมายชัดเจน
	คัดเลือกและระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ให้เหตุผลด้วยการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	6. การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	เลือกใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง แสดงหลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน
		7. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนมีการ พูดคุย สื่อสาร แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหา มีการรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะนำมาเป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและสร้างคำอธิบายด้วยการเชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง โดยนำกฎ ทฤษฎีหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลผ่าน กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดพฤติกรรมที่บ่งชี้ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้การมี ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณี ทางชีวสังคมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

1. ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) มีที่มาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning) เริ่มจาก Rybarczyk et al. (2007) พบว่า หากใช้กรณีและปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มผลการเรียนรู้ของนักเรียนและความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง Allchin et al. (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาควรเชื่อมโยงแนวคิดทางชีววิทยาและความสัมพันธ์กับบริบททางสังคม ดังนั้น Suwono et al. 2017 จึงนำรูปแบบการสอนทั้งสองแบบนี้มาประยุกต์ใช้ เรียกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเน้นการใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยา

สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเน้นการใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยาที่เป็นประเด็นทางสังคม

2. ขั้นตอนการสอนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

Arends (2012) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา (Orient Students to the Problem) หมายถึง ขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสืบเสาะ ดังนั้นการนำเสนอจึงต้องดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

2. จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Organize Students for Study) หมายถึง ขั้นที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา โดยนักเรียนแบ่งสถานการณ์ปัญหาออกเป็นหัวข้อย่อย จากนั้นครูช่วยนักเรียนตัดสินใจว่าหัวข้อย่อยใดที่นักเรียนต้องตรวจสอบ

3. ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม (Assist Independent and Group Investigation) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง อธิบายและจัดทำแนวทางแก้ไข

4. พัฒนาและนำเสนอสิ่งประดิษฐ์และนิทรรศการ (Develop and Present Artifacts and Exhibits) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์และนำเสนอ ซึ่งรวมถึงสิ่งต่าง ๆ

เช่น วิทัศน์ที่แสดงสถานการณ์ของปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เสนอ แบบจำลองที่ประกอบด้วยการ
แสดงสถานการณ์ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาลงจริง และการนำเสนอแบบมีลัดมีเดีย

5. วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (Analyze and Evaluate the Problem-Solving Process) หมายถึง ขั้นมุ่งช่วยเหลือนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมิน
กระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนทักษะการสืบเสาะและทักษะทางปัญญาที่นักเรียนใช้ ในระหว่าง
ขั้นตอนนี้ ครูให้นักเรียนสร้างความคิดและกิจกรรมของตนเองขึ้นใหม่ในระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ของ
บทเรียน

Suwono et al. (2017) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กรณีทางชีวสังคม
เป็นฐาน ตามแนวคิดของ Arends (2012) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา (Orient Students to the Problem) หมายถึง
ขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

2. จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Organize Students for Study) หมายถึง ขั้นที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา โดยนักเรียน
แบ่งสถานการณ์ปัญหาออกเป็นหัวข้อย่อย จากนั้นครูคอยตรวจสอบการระบุปัญหาของนักเรียน

3. ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม (Assist Independent and Group Investigation) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูล เพื่ออธิบายและแนวทางแก้ไขจากสถานการณ์
ปัญหา

4. พัฒนาและนำเสนอสิ่งประดิษฐ์และนิทรรศการ (Develop and Present Artifacts and Exhibits) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ เช่น รายงาน และนำเสนอจากการ
สำรวจตรวจสอบ

5. วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (Analyze and Evaluate the Problem-Solving Process) หมายถึง ขั้นที่ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนได้ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่
ศึกษาและกระบวนการที่นักเรียนใช้ นักเรียนประเมินความถูกต้องของประเด็นที่ศึกษาโดยใช้ข้อ
โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ Arends (2012) โดยมีขั้นตอนการจัดการ
เรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทาง
ชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม โดยครูผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความ
อยากรู้อยากเห็นหรือค้นคว้าหาความรู้

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ขั้นที่ครูแบ่ง
นักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นักเรียนร่วมกันระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ที่เป็นประเด็นทางสังคม นักเรียนแบ่งสถานการณ์ปัญหาออกเป็นหัวข้อย่อย จากนั้นนักเรียนเขียนคำตอบของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมเพื่อระบุปัญหา พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับปัญหา ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการระบุปัญหา เพื่อให้นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจนและให้เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียน

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม หมายถึง ขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาจัดกระทำข้อมูลผ่านการพูดคุยภายในกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรม เพื่อใช้ในการอธิบายความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือปัญหาจากสถานการณ์ ครูคอยให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมในการค้นคว้าหาความรู้ อีกทั้งตรวจสอบว่าข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนทุกกลุ่มส่งตัวแทนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อนำข้อมูลที่ผ่านการจัดกระทำแล้วมานำเสนอโดยการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม และครูอำนวยความสะดวกในการนำเสนอของนักเรียน อีกทั้งคอยตรวจสอบการอธิบายการให้เหตุผลของนักเรียนในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของสถานการณ์ โดยนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรม นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาจากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และการเฉลยใบงานร่วมกับครู

3. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดของ Arends (2012) โดยมีบทบาทของครูและนักเรียน ดังปรากฏในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของ Arends (2012: 411)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา	ครูแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน อธิบายข้อตกลงที่สำคัญ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการแก้ปัญหา	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยการตอบถามหรือแสดงความคิดเห็น
ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ครูช่วยเหลือนักเรียนกำหนดปัญหาเพื่อจัดระเบียบปัญหา	นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์
ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม	ครูสนับสนุนให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม ทำการทดลอง ค้นหาคำอธิบายและแนวทางแก้ไข	นักเรียนวางแผน ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์
ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอสิ่งประดิษฐ์และนิทรรศการ	ครูช่วยนักเรียนในการวางแผนและเตรียมสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสม เช่น รายงาน วิดีทัศน์ และแบบจำลอง	นักเรียนนำเสนอวิดิทัศน์ที่แสดงสถานการณ์ของปัญหาและแนวทางแก้ไขแบบจำลองที่ประกอบด้วยการแสดงสถานการณ์ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญหาลงจริง
ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา	ครูช่วยให้นักเรียนไตร่ตรองถึงความมุ่งหมายและกระบวนการที่ใช้	นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบองค์ความรู้ ร่วมกันประเมินผลงานและสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษา

Suwono et al. (2017) ได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของ Arends (2012) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งบทบาทของครูและนักเรียน มีดังนี้

ตารางที่ 11 บทบาทของครูและนักเรียนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Suwono et al. 2017)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา	ครูแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน อธิบายข้อตกลงที่สำคัญ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการแก้ปัญหา	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยการตอบถามหรือแสดงความคิดเห็น
ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ อีกทั้งคอยตรวจสอบการระบุปัญหาของนักเรียน	นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์
ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม	ครูอำนวยความสะดวกให้นักเรียนในการรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำอธิบายและแนวทางแก้ไข	นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา อีกทั้งวิเคราะห์ว่าข้อมูลถูกต้องหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอสิ่งประดิษฐ์และนิทรรศการ	ครูช่วยนักเรียนในการวางแผนและเตรียมสิ่งประดิษฐ์ที่เหมาะสม เช่น รายงาน วิดีทัศน์ และแบบจำลอง	นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาอธิบาย โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา	ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนได้ไตร่ตรองเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาและกระบวนการที่นักเรียนใช้	นักเรียนประเมินความถูกต้องของประเด็นที่ศึกษา โดยใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเน้นการใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยาที่เป็นประเด็นทางสังคม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยที่ครูและนักเรียนจะมีบทบาทในแต่ละขั้นตอน ปรากฏดังตารางที่ 12 ดังนี้

ตารางที่ 12 สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	พฤติกรรมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา	1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังเรียน 2. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม 3. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นหรือค้นคว้าหาความรู้	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยการตอบถามหรือแสดงความคิดเห็น	-
ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ 2. ครูสนับสนุนให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 3. ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการระบุปัญหา เพื่อให้ นักเรียนระบุแนวปัญหาให้ชัดเจนและให้เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียน	นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม	การระบุข้อกล่าวอ้าง
ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม	1. ครูอำนวยความสะดวกในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 2. ครูช่วยแนะแนวทางในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม	นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันรวบรวมข้อมูล เพื่ออธิบายความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม	การใช้หลักฐาน

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	พฤติกรรมที่สอดคล้องต่อการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 4 พัฒนาและ นำเสนอ	1. ครูอำนวยความสะดวกในการนำเสนอของนักเรียน 2. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาอธิบาย 3. ครูตรวจสอบว่าการอธิบายนั้นมีความเชื่อมโยงกับหลักฐานที่สืบค้นหรือไม่	นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอโดยการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคม	การให้เหตุผล
ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และ ประเมินกระบวนการ แก้ปัญหา	1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ไตร่ตรองเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา 2. ครูให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาสรุปเป็นหลักการของการศึกษานี้ 3. ครูให้คำปรึกษาแก่นักเรียน และติดตามการทำงานของนักเรียนทุกกระยะ	นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบองค์ความรู้ และร่วมกันประเมินผลงาน อีกทั้งสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม	-

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

1. บริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เขตพื้นที่ขามเรียง ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 แบ่งได้ ดังนี้

1.1 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีทั้งหมด 7 ห้องเรียน ประกอบด้วย

1.1.1 หลักสูตรห้องเรียนปกติ จำนวน 5 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1.1.2 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ (Gifted Program: SEM) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1.2 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทั้งหมด 9 ห้องเรียน ประกอบด้วย

1.2.1 หลักสูตรห้องเรียนปกติ จำนวน 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1.2.2 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (Gifted Program: Science - Mathematics) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1.2.3 หลักสูตรโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการ รวม.) จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน

1.2.4 หลักสูตรห้องเรียนปกติแผนการเรียนภาษาอังกฤษ – ภาษาจีน/ญี่ปุ่น/ฝรั่งเศส จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1.2.4 หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านภาษาอังกฤษ-ภาษาต่างประเทศ (Gifted Program: EG) จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

นอกจากนี้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5-6 จะมีการเลือกสายเฉพาะตามที่นักเรียนสนใจ หรือตามความถนัดของนักเรียนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
2. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
3. หลักสูตรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์วิศวกรรม

ในการแบ่งห้องเรียนของนักเรียนแต่ละหลักสูตรนั้น จะให้นักเรียนเลือกว่าต้องการเรียนหลักสูตรใด จากนั้นจะมีการสอบเข้าแข่งขันเพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อ ซึ่งในแต่ละหลักสูตรจะทำการจัดเรียงห้องเรียนจากลำดับการสอบเข้า

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นโรงเรียนที่มีศักยภาพสูงในการจัดการเรียนการสอน ห้องเรียนมีโต๊ะและเก้าอี้เพียงพอในการจัดการเรียนรู้และทุกห้องมีโปรเจกเตอร์ที่อำนวยความสะดวก มีอุปกรณ์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพียงพอสำหรับนักเรียนในการทำปฏิบัติการ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ทางโรงเรียนมีความพร้อมในการอำนวยความสะดวกสื่อการสอนต่าง ๆ ให้กับนักเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน Microsoft Team ซึ่งถือได้ว่าเป็นห้องเรียนเสมือนจริง (virtual classroom) ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายได้ เช่น การแบ่งกลุ่มย่อย การให้นักเรียนระดมความคิดผ่านทางกระดาน เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 เป็นกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนกลุ่มนี้เรียนในหลักสูตรห้องเรียนปกติและมีผลการเรียนอยู่ในระดับกลาง โดยจากการสอบถามครูผู้สอนเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พบว่า โรงเรียนมุ่งเน้นพัฒนาด้านความรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ไปใช้ในการสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลดังที่ปรากฏในหลักสูตรของโรงเรียน และจากการสังเกตบริบทการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ผ่านทางแอปพลิเคชัน Microsoft Team ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 พบว่า นักเรียนจะสามารถตอบคำถามในส่วน of ความรู้ ความจำได้ดี แต่นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้หรือทฤษฎีมาอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน พบว่านักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีจำนวน 21 คน

2. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝ่ายมัธยม

2.1 หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ มีจุดเด่นที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนตามความถนัดและตามศักยภาพ ตอบสนองความต้องการในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนและประสบการณ์สร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ นวัตกรรม ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนตามความสนใจและความถนัด ปลุกฝังคุณธรรม จริยธรรมและถ่ายทอดวัฒนธรรม เอกลักษณ์สู่มาตรฐานสากล

2.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.2.1 เป็นหลักสูตรที่เน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามด้านสติปัญญา ร่างกาย จิตใจ และสังคม

2.2.3 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลายหลักสูตรและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจและความถนัด

2.2.4 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลักสูตรที่หลากหลายในระดับชั้น ม.ปลายและมีการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามความสนใจและความถนัดอย่างต่อเนื่อง โดยในสายวิทยาศาสตร์มีหลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์วิศวกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลักสูตร SCIENCE – MATHEMATICS GIFTED หลักสูตรโครงการ รวมว. และสายศิลป์มีหลักสูตร ENGLISH GIFTED หลักสูตรศิลป์ภาษา ซึ่งเน้นภาษาที่หลากหลาย มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจและความถนัดมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2.5 สามารถให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีวินัยในตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น และมีสภาวะความเป็นผู้นำเพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นประชาธิปไตย

2.2.5 มีคุณธรรมจริยธรรมในด้านความกตัญญู ความเมตตา กรุณา ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความซื่อสัตย์ รู้จักประหยัด รักษาวินัยไทยและความสามัคคีและมีค่านิยมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.2.7 มีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดกับตนเองและสังคม

2.2.8 มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเพื่อการส่งค้นข้อมูลและนำเสนอ

2.2.9 มีสุนทรียภาพในด้านศิลปะ ดนตรีและกีฬา

2.2.10 มีวิจรณ์ญาณในการแก้ปัญหาสามารถปรับตัวและเผชิญกับปัญหาได้อย่างชาญฉลาด

2.3 วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรที่มีศักยภาพในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนเอง การหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการเรียนรู้ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21

2.4 วัตถุประสงค์

2.4.1 เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย และ ลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2.4.2 เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อันเหมาะสมแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

2.4.3 เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์ และนักเรียน ให้นักเรียนได้รู้คุณค่าธรรมอย่างแท้จริง

2.4.4 เพื่อเป็นการบริการการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

2.4.5 เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

2.5 พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนินการมีดังนี้

2.5.1 เป็นสถาบันต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.5.2 พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแผนการศึกษาของชาติ

2.5.3 ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้

2.5.4 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้

2.5.5 พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กรทั้งในและต่างประเทศ และทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม

2.6 ยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้เกิดพัฒนาการเรียนรู้อย่างดี

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาระบบกิจกรรมพิเศษที่มุ่งพัฒนาศักยภาพนักเรียนทั้งในห้องเรียนและใน สถานการณ์จริง ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและการแข่งขันภายนอก

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมค่านิยมพื้นฐานของระบบผู้นำแบบเอื้ออำนวย โดยอาศัยแนวคิดแบบผู้นำร่วม (Collective Leader)

ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาระบบความก้าวหน้าของบุคลากร สร้างขวัญกำลังใจ และการเติบโตในสายงาน ผ่านการยึดโยงสู่คุณภาพผู้เรียน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาระบบสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงสภาพบรรยากาศห้องเรียน สภาพแวดล้อมใน โรงเรียน ด้วยแนวคิดที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมของสมาคมผู้ปกครอง และการปรับเปลี่ยนระบบหอพักของนักเรียน ภายใต้บรรยากาศที่ดีและ สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับวัย

ยุทธศาสตร์ที่ 7 พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การประชาสัมพันธ์ และ ภาพลักษณ์องค์กรของ โรงเรียนให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พัฒนางานองค์กรสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

2.7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนา ผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ดังนี้

2.7.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การ สร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการ ต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน

และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.8 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

2.8.1 มีความรักและเทิดทูนสถาบันหลัก คือชาติ ศาสนา กษัตริย์

2.8.2 มีความซื่อสัตย์สุจริต ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น

2.8.3 มีวินัย มีความรับผิดชอบ มีความกตัญญูต่อผู้มีพระคุณ

2.8.4 ใฝ่เรียนรู้แสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

2.8.5 อยู่อย่างพอเพียง รู้จักดำรงตนให้อยู่ในความพอดี

2.8.6 มุ่งมั่นและขยันในการเรียน การทำงาน

2.8.7 รักความเป็นไทย รู้จักคุณค่า และธำรงไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรม

2.8.8 มีจิตสาธารณะ เรียนรู้ในการช่วยเหลือผู้อื่นและสังคม

2.8.9 กล้าคิด กล้าทำและกล้านำ มีความกล้าทางความคิด คิดเชิงสร้างสรรค์กล้าเป็นผู้นำในการปฏิบัติในสิ่งที่ดีงาม

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและ จุดเน้นของตนเองที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ กล้าคิด กล้าทำ และกล้านำ

2.9 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ มัธยมศึกษาตอนปลาย

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม พายุอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่อ แก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

ชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาสมดุลภาพ และพฤติกรรมของสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

เคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุสมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสารแก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุงานและกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปฏิกิริยาการหักเหของแสงและการเห็น ปฏิกิริยาการหักเหของแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีกฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสีแรงนิวเคลียร์ปฏิกิริยานิวเคลียร์พลังงานนิวเคลียร์ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

1. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

3. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

การสอนในรายวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ได้จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด

พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝายมัธยม โดยในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะเรียนรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น (ว30142) มีจำนวน 1.5 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 60 ชั่วโมง และภาคเรียนที่ 2 จะเรียนรายวิชาชีววิทยา 1 (ว31241) มีจำนวน 2 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 80 ชั่วโมง โดยเนื้อหาปรากฏดังตารางที่ 13



ตารางที่ 13 ผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564

ภาคเรียนที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
1	1	กำเนิดสิ่งมีชีวิตและหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	1. อธิบายและสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ 2. อภิปรายและบอกความสำคัญของการระบุ ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐานและวิธีการตรวจสอบสมมติฐานรวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน 3. บอกวิธีการและเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณและวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องบอกวิธีการใช้และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง 4. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ 5. สืบค้นข้อมูล อธิบายและระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ 6. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส 7. อธิบายและเปรียบเทียบการแพร่ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทตและแอกทีฟทรานสปอร์ต 8. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส 9. สังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาคเรียนที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
	2	พันธุกรรม	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล 2. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยก กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระและนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2 3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล 4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง 5. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ 6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA 7. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาคเรียนที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
			8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีลโปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรมและเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล 9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน 10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
	3	วิวัฒนาการ	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ 2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 3. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน
	4	ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ 2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาคเรียนที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
			3. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจและสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ 4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อยและวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ 5. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
	5	เทคโนโลยีชีวภาพ	1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม 2. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 3. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่างและอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
	6	ระบบนิเวศ	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ 2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาคเรียนที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
			3. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพ และทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม
2	1	ความหลากหลายทางชีวภาพ	1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและความเชื่อมโยงระหว่าง ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ 2. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อยและวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์ 3. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่ 4. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์วิเคราะห์เปรียบเทียบสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มได้
	2	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต	1. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาค เรียนที่	หน่วย ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้
			2. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ กระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร ภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ 3. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต 4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต 5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต
	3	การรักษา สมดุลร่างกาย ระบบ หมุนเวียน เลือดและ ระบบ ภูมิคุ้มกัน	1. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง 2. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ 3. สังเกตและอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาค เรียนที่	หน่วย ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้
			4. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลตและพลาสมา 5. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh 6. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลือง 7. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ 8. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและภูมิคุ้มกันรับมา 9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง 10. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลงและสัตว์มีกระดูกสันหลัง 11. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไตและโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกาย 12. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายและเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไต 13. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ภาคเรียน ที่	หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
	4	สภาวะแวดล้อม และ ทรัพยากรธรรมชาติ	1. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำและผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา 2. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหามลพิษทางอากาศและผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา 3. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดินและผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา 4. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้ 5. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลงและแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

จากการวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เนื่องจากผู้วิจัยพิจารณาความเหมาะสมระหว่างเรื่องที่ใช้สอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ในหน่วยที่ 3 เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน อีกทั้งได้กำหนดสาระการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังปรากฏในตารางที่ 14



ตารางที่ 14 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้หน่วยที่ 3 เรื่อง การรักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อยระบบภูมิคุ้มกัน

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ	กลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะ	กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ เป็นการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายด้วยวิธีง่าย ๆ เกิดขึ้นเมื่อได้รับสิ่งแปลกปลอมนั้นเป็นครั้งแรกหรือแม้ได้รับอีกในคราวต่อมา สามารถแบ่งเป็นการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมไม่ให้อาศัยเชื้อ และ การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่เนื้อเยื่อแล้วโดยการทำงานของฟาโกไซต์และการอักเสบ	1.นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะได้ 2.นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
2	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ	กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ	กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์นำเสนอแอนติเจนร่วมกับลิมโฟไซต์ ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมนั้นในกรณีที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายไม่สามารถทำหน้าที่ได้ซึ่งอาจเกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันหรือการได้รับเชื้อไวรัสบางชนิดก็จะส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตหรืออาจเสียชีวิตได้	1.นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะได้ 2.นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และ เปรียบเทียบการสร้าง ภูมิคุ้มกันตัวเองและ ภูมิคุ้มกันรับมา	การสร้าง ภูมิคุ้มกัน	การสร้างภูมิคุ้มกัน แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ภูมิคุ้มกัน รับมา (passive immunization) เป็นวิธีที่ร่างกาย ได้รับแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อแอนติเจนเข้าไป เพื่อให้ร่างกายตอบสนองต่อแอนติเจนชนิดนั้นได้ ทันที แต่แอนติบอดีที่ได้รับมาจะอยู่ในร่างกายได้ไม่นาน เช่น การได้รับภูมิคุ้มกันจากแม่ การได้รับเซรุ่ม หรือซีรัม เป็นต้น และภูมิคุ้มกันตัวเอง (active immunization) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดเมื่อร่างกาย ได้รับแอนติเจนเข้าไปแล้วสร้างแอนติบอดีหรือ กระตุ้นเซลล์ที่จำเพาะต่อแอนติเจนนั้นขึ้นมา ต่อต้าน เช่น วัคซีน	1.นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบการสร้าง ภูมิคุ้มกันตัวเองและ ภูมิคุ้มกันรับมาได้ 2.นักเรียนสามารถจัด กระทำข้อมูลเพื่อสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	2
4	สืบค้นข้อมูลและอธิบาย เกี่ยวกับความผิดปกติของ ระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิด เอ็ดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิ ต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	โรคภูมิแพ้	โรคภูมิแพ้ เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันมีการตอบสนอง ต่อแอนติเจนบางอย่างที่ได้รับรุนแรงเกินไป เรียก แอนติเจนที่ทำให้เกิดอาการแพ้ว่า สารก่อภูมิแพ้ (allergen) เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้ เซลล์บีจะ พัฒนาเป็นเซลล์พลาสมาและสร้างแอนติบอดีที่	1.นักเรียนสามารถอธิบาย ความผิดปกติที่ทำให้เกิดโรค ภูมิแพ้ได้	2

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการ เรียนรู้ที่ คาดหวัง	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
			จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้ แอนติบอดีที่สร้างจะไปเกาะที่ผิวของเซลล์แมสต์ที่อยู่ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ หรือผิวของเบโซฟิลที่อยู่ในเลือด เมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้ชนิดเดิมอีกครั้งจะกระตุ้นให้เซลล์แมสต์และเบโซฟิลหลั่งฮีสตามีน จะทำให้เกิดอาการต่าง ๆ ตามมา เช่น ไอ จาม	2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
5		ภูมิ ต้านทาน ต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง	ภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายไม่สามารถแยกระหว่างเซลล์ร่างกายกับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมได้ แอนติบอดีหรือเซลล์ทีชนิด CD8 จะทำให้เกิดการทำลายเซลล์ร่างกายหรือเนื้อเยื่อในระบบต่าง ๆ ของตนเอง โดยทำให้เกิดการอักเสบที่บริเวณนั้น เช่น โรคลูปัสหรือโรคเอสแอลอี และโรคข้อรูมาตอยด์	1.นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง 2.นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
6		ภาวะ ภูมิคุ้มกัน บกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV เป็น ภาวะที่เกิดจากการติดเชื้อ HIV โดยเซลล์โฮสต์ (host cell) ที่เป็นเป้าหมายหลักของเชื้อ HIV คือ เซลล์ชนิด CD4 เชื้อไวรัสนี้มีสารพันธุกรรมเป็น RNA เมื่อเชื้อ HIV เข้าจับกับเซลล์ที่ชนิด CD4 แล้ว ไวรัสจะปล่อย RNA เพื่อจะถอดรหัส ย้อนกลับ เป็น DNA ซึ่งสามารถแทรกเข้าไปอยู่ใน DNA ของเซลล์ที่ชนิด CD4 รวมทั้งใช้ องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ในการสร้าง RNA และองค์ประกอบต่าง ๆ ของเชื้อ HIV เพิ่มเพิ่ม จำนวน จากนั้นเชื้อ HIV จะทำลายเซลล์ที่ชนิด CD4 และหลุดออกไปทำลายเซลล์ที่ชนิด CD4	1.นักเรียนสามารถอธิบาย ความผิดปกติที่ทำให้เกิด ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจาก การติดเชื้อ HIV 2.นักเรียนสามารถจัด กระทำข้อมูลเพื่อสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ได้ 3.นักเรียนมีความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

1. ความหมายของวิจัยปฏิบัติการ

Lewis (1946) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่ใช้กระบวนการศึกษาในลักษณะกลุ่มร่วมกันทำงานและตัดสินใจ เพื่อมุ่งมั่นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น มี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นการวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe)

Kemmis and McTaggart (1988) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2543) กล่าวว่า วิจัยปฏิบัติการ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาที่พบในขณะที่ปฏิบัติงานของตน เป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะจุด โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้และเป็นการวิจัยที่ไม่มีความซับซ้อนเหมือนกับงานวิจัยประยุกต์

ประสาธน์ เนืองเฉลิม (2561) กล่าวว่า วิจัยปฏิบัติการ เป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่นำเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทในชั้นเรียน

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของวิจัยปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า วิจัยปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึง งานวิจัยที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

2. ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ

กระบวนการขั้นตอนในการดำเนินการทำวิจัยปฏิบัติการมีอยู่อย่างแพร่หลาย โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิจัยปฏิบัติการ ดังนี้

Lewis (1946) ได้กำหนดขั้นตอนของการทำวิจัยปฏิบัติการออกเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การวางแผน (Planning) การค้นหาความจริง (Fact-finding) การดำเนินการให้บรรลุผล (Execution) และการวิเคราะห์ (Analysis) โดยผู้วิจัยจะต้องอาศัยกระบวนการการทำงานกลุ่มในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งการวิจัยปฏิบัติการของ Lewis จะต้องประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. กำหนดแนวคิด (Idea) การหาแนวคิดอาจมาจากความต้องการที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาส่วนที่ต้องการที่จะแก้ไข หว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง ซึ่งอาจจะได้มาจากการสำรวจเบื้องต้น และผลที่ได้จากการสำรวจจะถูกนำไปวางแผนการจัดการเพื่อที่จะทำการแก้ไขต่อไป

2. การวางแผนทั่วไป (General plan) กลุ่มผู้วิจัยทำการกำหนดจุดเริ่มต้นที่จะทำการเปลี่ยนแปลง แล้วจะใช้วิธีใดในการแก้ไขปรับปรุงซึ่งจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ และต้องเป็นที่สนใจร่วมกัน

3. กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติ (Action steps) เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้วิจัยจะต้องวิเคราะห์ และกำหนดแผนออกเป็นย่อย ๆ ก่อน โดยเริ่มจากการเปลี่ยนวิธีในการ ซึ่งจะต้องดูจากผลที่คาดว่าจะได้รับก่อนที่จะลงมือทำ แล้ววางแผนตามผลที่จะเกิดขึ้นตามมา จากการประเมินว่าวิธีดังกล่าวจะสามารถปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใด แล้วจะต้องมีการสะท้อนผลอย่างชัดเจน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนในครั้งต่อไป

Kemmis and McTaggart (1988) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ มีขั้นตอนปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการปฏิบัติงานเพื่อที่จะปรับปรุงสิ่งที่เป็ปัญหา (Plan) เป็นขั้นที่มีการวางแผน มีกรอบแนวทางในการดำเนินงานที่ชัดเจน แต่มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่จะส่งผลต่อแผนงานที่กำหนดไว้

2. การปฏิบัติตามแผน (Act) เป็นการดำเนินงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้อย่างรอบคอบ

3. การสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) เป็นการบันทึกข้อมูลหลักฐานหรือร่องรอยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน โดยอาจใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปสู่การสะท้อนผล และปรับปรุงการปฏิบัติงานในทิศทางที่ดียิ่งขึ้น

4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการทบทวนการปฏิบัติงานจากข้อมูลที่ได้จากการบันทึก โดยสังเกตว่าได้ผลอย่างไร มีปัญหาอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาประกอบในการวางแผนในวงรอบถัดไป

จากการศึกษาขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยยึดกรอบการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) มีขั้นตอนปฏิบัติ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อที่จะเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดย

ทำการศึกษา ตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา ดังกล่าว

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนคิดผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผน เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐฤช ทองน้อย (2560) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ใบกิจกรรม แบบบันทึกหลังจัดการเรียนรู้ และอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้ 1) การให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานเป็นกลุ่มอย่างทั่วถึง 2) การกำหนดให้นักเรียนถามคำถามเพื่อนหลังการนำเสนอผลงาน 3) การใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีความน่าสนใจและความยาวพอเหมาะ และ 4) การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูล นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 38.00 เป็นร้อยละ 61.50

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบกรณีศึกษา ร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart เครื่องมือที่ใช้ คือแบบทดสอบอัตนัยเชิงคิดวิเคราะห์แบบใช้กรณีศึกษา 1 เรื่อง จำนวน 2 ข้อต่อแผน รวมทั้งสิ้น 8 ข้อ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 44 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งสิ้น 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละและค่าพัฒนาการสัมพัทธ์แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวมในระดับกลาง (ร้อยละ 42.95) เมื่อพิจารณาด้านองค์ประกอบพบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการสัมพัทธ์ในการสร้างข้อกล่าวอ้าง (ร้อยละ 40.14) หลักฐาน (ร้อยละ 48.16) และการให้เหตุผล (ร้อยละ 39.88) ในระดับกลางและองค์ประกอบที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดคือการใช้หลักฐาน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Suwono et al. (2017) ได้เปรียบเทียบการรู้ชีววิทยาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน (Socio-Biological Case-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย (Lecture-Based Learning) งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ดำเนินการที่ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมาลัง ประเทศไนจีเรีย กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาชีววิทยาทั่วไป ประกอบด้วยนักศึกษาในกลุ่มควบคุม 29 คน และนักศึกษาในกลุ่มทดลอง 33 คน การรู้ชีววิทยาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้รับการรวบรวมโดย

การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า การรู้ชีววิทยาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างนักศึกษาในกลุ่มทดลองและและนักศึกษาในกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานสามารถพัฒนาการรู้ชีววิทยาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Suhandi et al. (2018) ทำการศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยการขับเคลื่อนด้วยระดับคำถาม (Question-Driven Levels Of Inquiry Based Instruction; QD-LOIBI) ที่ใช้สื่อภาพแบบมัลติมีเดียเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI ทำตามคำถามห้าระดับของ Wenning มัลติมีเดียที่ใช้ในการสอนซึ่งรวมไปถึงภาพถ่าย การจำลองปรากฏการณ์เสมือนจริง และปรากฏการณ์ทางวิดีโอ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีกลุ่มทดลอง ($n = 31$) และกลุ่มควบคุม ($n = 32$) อย่างละหนึ่งกลุ่ม กลุ่มทดลองทำการจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI โดยใช้มัลติมีเดียภาพ ในขณะที่กลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบ QD-LOIBI ไม่ใช้มัลติมีเดียภาพ รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเรียงความเพื่อประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่อง แนวคิดทฤษฎีก๊าซจลนศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Mahanani et al. (2019) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socio Scientific Issues; SSI) ต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนจำนวน 90 คน (3 ห้องเรียน) จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่งในเมืองมะลัง และเลือกโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก ห้องทดลองที่ 1 จัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ($n=30$) ห้องทดลองที่ 2 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ($n=30$) และห้องกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบพิสูจน์ยืนยัน ($n=30$) รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้พารามิเตอร์ทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบพิสูจน์ยืนยัน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบยืนยัน

Sulistina et al. (2021) ทำการวิเคราะห์ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย ในหัวข้อกรด-เบส งานวิจัยนี้เป็น

งานวิจัยกึ่งทดลอง โดยออกแบบกลุ่มควบคุมหลังการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนสองกลุ่มจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะถูกพัฒนาได้ต้องจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ทำการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนยกประเด็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียนหรือยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนให้นักเรียนได้ทำการศึกษผ่านกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ทดสอบกับนักเรียนทั้งหมด 34 คน ซึ่งเกณฑ์การประเมินปรากฏในตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนปรากฏในตารางที่ 16

ตารางที่ 15 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม)	ระดับความสามารถ
75-100	ดี
50-74	ปานกลาง
ต่ำกว่า 50	น้อย

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 34 คน

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
1*	4	3	3	10	83.33	ดี
2	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
3	3	2	1	6	50	ปานกลาง
4	2	1	1	4	33.33	น้อย
5	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
6	2	2	1	5	41.66	น้อย
7	3	2	0	5	41.66	น้อย
8*	4	3	3	10	83.33	ดี
9*	3	3	3	9	75	ดี
10	3	2	1	6	50	ปานกลาง
11*	4	3	2	9	75	ดี
12	3	2	1	6	50	ปานกลาง
13	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
14*	4	3	3	10	83.33	ดี
15*	4	4	2	10	83.33	ดี
16	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
17*	4	4	3	11	91.66	ดี
18*	4	3	2	9	75	ดี
19	2	2	2	6	50	ปานกลาง
20	3	2	0	5	41.66	น้อย

ตารางที่ 16 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
21*	4	4	3	11	91.66	ดี
22	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
23*	4	4	3	11	91.66	ดี
24	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
25	3	4	1	8	66.66	ปานกลาง
26	2	2	1	5	41.66	น้อย
27	3	3	1	7	58.33	ปานกลาง
28	4	3	1	8	66.66	ปานกลาง
29*	4	3	2	9	75	ดี
30	2	2	1	5	41.66	น้อย
31	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
32	2	2	0	4	33.33	น้อย
33*	4	4	3	11	91.66	ดี
34*	3	3	3	9	75	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.18	2.74	1.79	7.71	64.21	ปานกลาง

*หมายเหตุ หมายถึง นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี

จากตารางที่ 16 พบว่า นักเรียนจำนวน 13 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี นักเรียนจำนวน 14 คนอยู่ระดับปานกลาง และนักเรียนจำนวน 7 คน อยู่ในระดับน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางและระดับน้อย ซึ่งรวมทั้งหมด 21 คนเป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับดี

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานรายวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) โดยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อที่จะเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษา ตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา ดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนคิดผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผน เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง โดยขั้นตอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สำรวจปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะทำการสำรวจปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติแรก ส่วนในวงจรต่อ ๆ ไป จะเป็นการนำปัญหาที่เกิดขึ้นที่วิเคราะห์ได้เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) และผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) กำหนดเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และอนุทินของนักเรียน

3. ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน และเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลปฏิบัติ คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม และอนุทินของนักเรียนตามขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปขอคำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่แตกต่างกัน ดังปรากฏในตารางที่ 19

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

1. นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
2. นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. ทำการสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียน โดยทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้หลังสิ้นสุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
4. อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนท้ายวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอน ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงวิธีคิด วิธีศึกษาค้นคว้าในการที่จะได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน จากการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำการ

วิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน บทสัมภาษณ์นักเรียน แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และ
อนุทินของนักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการแต่ละวงจร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ประเภทและลักษณะของเครื่องมือ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เวลาเรียน 12 ชั่วโมง

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล

1.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ เป็น
แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นสถานการณ์ โดยใช้ข้อความปลายเปิด ให้นักเรียนทำการทดสอบทำ
วงจรปฏิบัติการละ 2 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric score) ที่ดัดแปลงมาจาก
McNeill and Krajcik (2008)

1.2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียน
กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยจะสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้
ถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.4 อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำยวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้
นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอน ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร ซึ่ง
ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้
ทราบถึงวิธีคิด วิธีศึกษาค้นคว้าในการที่จะได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้
เหตุผล

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบกรณีทางชีวสังคมเป็นฐานจำนวน 6 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น
12 ชั่วโมง มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.
2560) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เพื่อให้ทราบถึงผลการเรียนรู้และ
มาตรฐานการเรียนรู้

1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เพื่อให้ทราบถึงผลการเรียนรู้

1.3 ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา ในเอกสารประกอบการสอนรายวิชาชีววิทยา 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งใช้เฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เท่านั้น เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังปรากฏในตารางที่ 19

1.4 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ซึ่งในหัวข้อหลักในแต่ละแผนประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยให้สอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ และเนื้อหากับระยะเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 17 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
ความหลากหลายทางชีวภาพ	26
เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตและการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต	18
การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน	28
สภาวะแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	6
สอบบกลางภาคและสอบปลายภาค	2
รวม	80

ตารางที่ 18 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต	2
2	โครงสร้างของไตและความผิดปกติของไต	2

ตารางที่ 18 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	การรักษาคุณภาพของน้ำ	2
4	การรักษาคุณภาพกรด-เบสและอุณหภูมิของร่างกาย	2
5	หัวใจและหลอดเลือด	2
6	ส่วนประกอบของเลือด	2
7	การให้และรับเลือด	2
8	กลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะ	2
9	กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ	2
10	การสร้างภูมิคุ้มกัน	2
11	โรคภูมิแพ้	2
12	ภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	2
13	ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	2
14	ระบบน้ำเหลือง	2
รวม		28

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกแผนการจัดการเรียนรู้ดังปรากฏในตารางที่ 19 มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เนื่องจากผู้วิจัยพิจารณาความเหมาะสมระหว่างเรื่องที่สอนกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน



ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	8	กลไกการ ต่อต้านแบบ ไม่จำเพาะ	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไก การต่อต้านหรือทำลาย สิ่งแปลกปลอมแบบไม่ จำเพาะและแบบ จำเพาะ	จากเหตุการณ์โรงงานกิ่งแก้วระเบิดกับภารกิจ เข้าปฏิบัติการควบคุมเพลิงที่ดูแล้วไม่ใช่เรื่อง ง่ายๆ ทั้งเปลวไฟโหมลุกไหม้อย่างรุนแรง และ กลุ่มควันสีดำจากโรงงานที่ยังคงพวยพุ่งขึ้นบน ท้องฟ้าจนพื้นที่ระยะไกลยังมองเห็นได้ โดยที่ เวลานั้นเจ้าหน้าที่ดับเพลิงยังไม่สามารถควบคุม สถานการณ์ได้ เนื่องจากกระแสลมมีการเปลี่ยน ทิศทางตลอดเวลา ในภายหลังประกาศให้ ประชาชนในรัศมี 5 กิโลเมตรอพยพด่วน โดย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้รับออกคำ เตือนไปยังประชาชนในพื้นที่ว่าควรสวม หน้ากากอนามัย เพื่อเลี่ยงการสูดดมกลิ่นควัน ไฟจากโรงงาน	1. นักเรียนสามารถอธิบาย กลไกการต่อต้านแบบไม่ จำเพาะได้ 2. นักเรียนสามารถจัด กระทำข้อมูลเพื่อสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				เนื่องจากเป็นสารเคมี "สไตรีนโมโนเมอร์" ซึ่งเป็นสารอันตรายต่อร่างกายและเป็นสารก่อมะเร็ง อย่างไรก็ตามเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานอยู่ในบริเวณนั้นได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก เช่น มีอาการแสบตา ไอ จาม น้ำตาไหลเป็นครั้งคราว ต่อมาพบว่าเจ้าหน้าที่รู้สึกปวดตามากขึ้นและมีอาการตาบวมแดงร่วมด้วย หากนักเรียนอยู่ในบริเวณดังกล่าวและเริ่มมีอาการแสบตา ไอ จาม ควรรีบออกจากพื้นที่นั้นให้เร็วที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการบวมแดงตามมา		
	9	กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ	สืบค้นข้อมูล อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ	จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาในประเทศไทย พบว่า มีผู้ป่วยเป็นโรคนี้ ซึ่งเป็นวงกว้าง อาการทั่วไปเมื่อเชื้อไวรัสเริ่มเข้าสู่ร่างกาย เช่น มีไข้ ไอ อ่อนเพลีย สูญเสียความสามารถในการดมกลิ่นและรับรส	1. นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะได้	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				อาการที่พบไม่บ่อย เช่น เจ็บคอ ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยเนื้อตัว ท้องเสีย มีผื่นบนผิวหนัง หรือ นิ้วมือนิ้วเท้าเปลี่ยนสี ตาแดงหรือระคายเคือง ตา อาการรุนแรง เช่น หายใจลำบากหรือ หายใจถี่ สูญเสียความสามารถในการพูดหรือ เคลื่อนไหว หรือมีเหงื่อเย็น หน้าอก ซึ่งอาจ ก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ ทั้งนี้หากนักเรียนเริ่มมี อาการโดยทั่วไปควรรีบไปตรวจหาเชื้อเพื่อ ป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อลุกลาม หรือป้องกันไม่ให้ เชื้อเข้าไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันจนก่อให้เกิด การเสียชีวิตได้ (ที่มา: WHO)	2. นักเรียนสามารถจัด กระทำข้อมูลเพื่อสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ได้ 3.นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	
	10	การสร้าง ภูมิคุ้มกัน	สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการ สร้างภูมิคุ้มกันตนเอง และภูมิคุ้มกันรับมา	จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโค โรนาในประเทศไทยที่มีผู้ติดเชื้อเป็นจำนวนมาก จึงมีการคิดค้นผลิตรักษา เพื่อนำมาป้องกันการ ติดเชื้อไวรัสดังกล่าว	1. นักเรียนสามารถอธิบาย และเปรียบเทียบการสร้าง ภูมิคุ้มกันตนเองและ ภูมิคุ้มกันรับมาได้	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				ทั้งนี้ในประเทศไทยมีบุคลากรทางการแพทย์และประชาชนได้รับวัคซีนเป็นจำนวนหนึ่ง แพทย์แนะนำว่าหลังจากฉีดวัคซีนแล้วควรปฏิบัติตนอย่างเคร่งครัดเหมือนเดิม เช่น ล้างมือบ่อย ๆ เว้นระยะห่างทางสังคม เป็นต้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อ และถ้าหากเกิดการติดเชื้อหลังได้รับการฉีดวัคซีนจะสามารถตรวจเจอเชื้อได้เร็วกว่าบุคคลที่ยังไม่ได้รับวัคซีน ทั้งนี้พบว่า คุณแม่รายหนึ่งที่พึ่งคลอดบุตรสาว ได้รับการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันเชื้อไวรัสโคโรนา โดยได้รับคำแนะนำจากแพทย์ว่าสามารถฉีดให้มารดาระหว่างให้นมบุตร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อดังกล่าวได้ พบว่าภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังบุตรผ่านทางน้ำนม ซึ่งอาจช่วยป้องกันทารกจากการติดเชื้อได้	2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	11	โรคภูมิแพ้	สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	สถานการณ์ของโรคที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันมีการตอบสนองต่อแอนติเจนมากเกินไปเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้งทั่วโลกและในประเทศไทย จากการสำรวจในประเทศไทย พบว่ามีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้น 3-4 เท่าภายในระยะเวลา 40 ปีที่ผ่านมา โรคนี้จะมีความชุกมากในเมืองใหญ่ๆ เพราะมีมลพิษมากมายทั้งฝุ่นควัน น้ำเน่าเสีย ขยะต่างๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่ทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง เมื่อสุขภาพอ่อนแอมากขึ้น โรคจึงกำเริบได้ง่าย ในส่วนของกลไกการเกิดโรคเริ่มจากร่างกายได้รับสารชนิดหนึ่งที่สามารถรับเข้าไปได้หลายทางไม่ว่าจะการรับประทาน การสูดดม หรือการสัมผัส ซึ่งสารชนิดนั้นเป็นสารที่เข้าสู่ร่างกายแล้วทำให้ร่างกายเกิดอาการแพ้ ในครั้งแรกอาจไม่มีอาการ	1. นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ได้ 2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				แต่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายจะเริ่มตอบสนอง โดยกระตุ้นเม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่ง ซึ่งจะพัฒนา เป็นเซลล์พลาสมาและสร้างแอนติบอดีที่ จำเพาะต่อสารนั้น เมื่อร่างกายมีแอนติบอดีการ ตอบสนองต่อสารนั้นจึงเริ่มขึ้น เมื่อร่างกาย ได้รับสารนั้นอีกครั้งระบบภูมิคุ้มกันและ แอนติบอดีจะกระตุ้นให้ร่างกายผลิตสารชนิด หนึ่งที่ชื่อว่า “ฮิสตามีน” สารนี้เป็นต้นเหตุของ อาการแพ้		
	12	ภูมิต้านทาน ต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง	สืบค้นข้อมูลและ อธิบายเกี่ยวกับความ ผิดปกติของระบบ ภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิด เอดส์ ภูมิแพ้ การสร้าง ภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง	โรคพุ่มพวง โรคที่พรากราชินีลูกทุ่งไทยไปอย่าง ไม่มีวันกลับ พุ่มพวง ดวงจันทร์ นักร้องลูกทุ่ง หญิงชื่อดังในอดีต ขณะที่เธอกำลังโด่งดังเรื่อง การทำงาน แต่สุขภาพเธอกลับย่ำแย่ เธอมีโรค ประจำตัว คือโรคไต วันหนึ่งเธอมีอาการรุนแรง จนต้องนำตัวส่งเข้ารักษาที่โรงพยาบาล	1. นักเรียนสามารถอธิบาย ความผิดปกติที่ทำให้เกิด โรคที่เกี่ยวข้องกับภูมิ ต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				เมื่อแพทย์ได้ทำการวินิจฉัย พบว่าพุ่มพวงป่วยเป็นโรค “เอสแอลดี” หรือโรคลูปัส ทำให้มีอาการป่วยรู้สึกเหนื่อยล้า มีผื่นแดงขึ้นที่บริเวณใบหน้า ปวดตามกล้ามเนื้อ ข้อต่อต่างๆ จากนั้นแพทย์ก็ได้อนุญาตให้กลับมาใช้ชีวิตที่บ้าน แต่มีเหตุการณ์ไม่คาดฝันอยู่ดี ๆ พุ่มพวงเกิดหมดสติกะทันหันจนต้องนำส่งโรงพยาบาลอีกครั้ง แต่อาการก็ไม่ดีขึ้นสุดท้ายเธอก็เสียชีวิตลง ในปัจจุบันพบว่าผู้ที่ป่วยเป็นโรคลูปัส มักจะถูกเรียกว่า “โรคพุ่มพวง”	2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	
	13	ภาวะ ภูมิคุ้มกัน บกพร่อง จากการติดเชื้อ HIV	สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้	ในปัจจุบันสถานการณ์โรคเอดส์ประเทศไทยมีสัญญาณเตือนที่ดี ซึ่งอยู่ในสัดส่วนผู้ป่วยโรคเอดส์โดยรวมทั่วประเทศลดลง ดังนั้น ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทยจึงร่วมกับสมาคมโรคเอดส์แห่งประเทศไทย	1. นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระ การ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
			การสร้างภูมิ ด้านทานต่อเนื้อเยื่อ ตนเอง	กรมควบคุมโรค คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และศูนย์วิจัยโรคเอดส์ สภากาชาดไทย จึงออกมา เปิดเผยถึง “ความก้าวหน้าการรักษา HIV ในปัจจุบัน” ในประเด็นเรื่องของสถานการณ์เอดส์และ ความก้าวหน้าการรักษา มาตรฐานการดูแลรักษาผู้ป่วย HIV ใน ประเทศไทย รวมถึงมาตรฐาน และ ความก้าวหน้าการป้องกันการติดเชื้อ HIV จากแม่สู่ลูก ในประเทศไทย HIV (Human Immunodeficiency Virus) คือ เชื้อไวรัสชนิด RNA จัดอยู่ในกลุ่มรีโทร ไวรัส (Retrovirus) HIV เปลี่ยน RNA ของไวรัสเป็น DNA ซึ่งสามารถแทรก DNA เข้าไปอยู่ใน DNA เซลล์ที่ ชนิด CD4 มนุษย์	2. นักเรียนสามารถจัด กระทำข้อมูลเพื่อสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ได้ 3. นักเรียนมีความ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	

ตารางที่ 19 (ต่อ)

วงจร ที่	แผน	สาระการ เรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สถานการณ์กรณีทางชีวสังคม	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
				อย่างไรก็ตามประชาชนบางกลุ่มที่ได้รับยาต้านไวรัสเร็วตั้งแต่ติดเชื้อ HIV จะส่งผลให้ระยะเฉียบพลันสามารถควบคุมเชื้อ HIV ได้นานหลายปีหลังหยุดยาต้านไวรัส โดยตรวจไม่พบปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดด้วยการตรวจวิธีปกติ นอกจากนี้อาจจะมีปริมาณไวรัสในเลือดเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อย และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด CD4 ปกติที่แสดงถึงสถานะการมีภูมิคุ้มกัน		

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตาม ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ปรับแก้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ของแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

2) ปรับแก้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้มีความชัดเจน และเหมาะสมมากขึ้น

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

1) ผศ.ดร. จิตติวรดา พลเยี่ยม วุฒิการศึกษา ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ.ดร. วราพร เอราวรรณ วุฒิการศึกษา ค.ด. (การวัดและประเมินผล การศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) อาจารย์ ดร. วุฒิศักดิ์ บุญแน่น วุฒิการศึกษา ปร.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

4) อาจารย์นิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ วุฒิการศึกษา วท.ม. (โรคพืชวิทยา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) อาจารย์ทิพวรรณ พิลาวุฒิ วุฒิการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1.8 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน ในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

1.9 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน ปรากฏดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.71	มากที่สุด
2	4.72	มากที่สุด
3	4.73	มากที่สุด
4	4.74	มากที่สุด
5	4.74	มากที่สุด
6	4.68	มากที่สุด

1.10 ดำเนินการปรับแก้ไขแผนการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 1) ปรับแก้ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียนให้มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยใช้วิดีโอ
- 2) ปรับแก้จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องต่อการส่งเสริมตัวแปรตามมากขึ้น

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ประกอบการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลปฏิบัติ

2.1 แบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาจากทฤษฎี หลักการ แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล

2.1.2 สร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งเป็นสถานการณ์ โดยใช้ข้อคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนทำการทดสอบทำวงจรปฏิบัติละ 2 ข้อ โดยครอบคลุมนิยามปฏิบัติการที่ตั้งไว้

2.1.3 นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และนำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ คือ ปรับภาษาให้เป็นภาษาเชิงวิชาการมากขึ้น

2.1.4 นำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1) ผศ.ดร. ฐิติวรดา พลเยี่ยม วุฒิการศึกษา ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ.ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ วุฒิการศึกษา ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) อาจารย์ ดร. วุฒิศักดิ์ บุญแน่น วุฒิการศึกษา ปร.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4) อาจารย์ณิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ วุฒิการศึกษา วท.ม. (โรคพืชวิทยา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5) อาจารย์ทิพวรรณ พิลลา วุฒิการศึกษา วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา) ตำแหน่ง อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.1.5 ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้อง

2.1.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งข้อสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องแล้ว เป็นดังนี้

1) วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

ข้อ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

ข้อ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

ข้อ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

2) วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

ข้อ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8

ข้อ 3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

ข้อ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8

จากการคำนวณข้อสอบทุกข้อ พบว่าทุกข้อสามารถวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

2.1.7 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 วงจรปฏิบัติการ วงจรละ 2 ข้อคำถาม ผู้วิจัยเลือกข้อสอบ โดยเลือกข้อที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากที่สุด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เลือกใช้ข้อ 3 และข้อ 4 ในขณะที่วงจรปฏิบัติการที่ 2 เลือกใช้ข้อ 1 และข้อ 4

2.2 แบบประเมินเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เกณฑ์ ผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008)

2.2.2 สร้างเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ปรากฏดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 เกณฑ์การประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดัดแปลงจาก McNeill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับสถานการณ์ อย่างครบถ้วน	ระบุข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ สถานการณ์ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ หรือไม่ เขียนข้อกล่าวอ้าง
หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อย่างครบถ้วน	ระบุหลักฐานที่ สอดคล้อง เพื่อสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุหลักฐานที่ไม่ สอดคล้องกับข้อกล่าว
การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยงหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ หลักการทางวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุคำตอบอย่าง อื่นที่ขาดความสมบูรณ์	ระบุเหตุผลที่ไม่ สอดคล้อง ระหว่างการ เชื่อมโยงหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้างโดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ หรือไม่ ระบุเหตุผล

2.2.3 นำเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนน

2.2.4 นำเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.4) โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

2.2.5 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินถือว่าเป็นเกณฑ์ที่น่าไปใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน เป็นดังนี้

วงจรรปฏิบัติการที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.72 ค่า SD 0.10 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

วงจรรปฏิบัติการที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่า SD 0.18 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

2.2.6 ดำเนินการปรับแก้ไขเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับแก้เกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่ 1 โดยเพิ่มคำตอบว่า เป็นคำตอบอย่างอื่นที่ขาดความสมบูรณ์

2.2.7 นำเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ปรับปรุงแล้วไปใช้ เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัย

2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรรปฏิบัติการ โดยระหว่างการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเสียงเพื่อใช้ในการตรวจสอบคำตอบนักเรียน ในการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 กำหนดและออกแบบรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์

2.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์โดยกำหนดหัวข้อและประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์

ปรากฏดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ประเด็นในการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน

หัวข้อ	ประเด็นที่ใช้สัมภาษณ์
การจัดการเรียนการสอน	ความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน
สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	ความคิดเห็นต่อสื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
การวัดและประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้	ความคิดเห็นต่อการวัดและประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้

2.2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ คือ ปรับข้อคำถามแบบสัมภาษณ์ให้เป็นข้อคำถามใหญ่ 3 ข้อ ให้ครอบคลุมในแต่ละด้าน

2.2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างหัวข้อและประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.4) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อและประเด็น (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์ไม่มีความสอดคล้อง

2.2.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าแบบสัมภาษณ์นั้นมีความสอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อคำถามทั้ง 3 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

2.2.7 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง ซึ่งสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารต่างๆที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน และวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้การมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบสังเกตที่มีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมที่บ่งชี้การมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ดังปรากฏในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 พฤติกรรมที่บ่งชี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ประเด็นที่จะสังเกต	พฤติกรรมที่แสดง	ระดับคะแนน		
		2	1	0
การระบุข้อกล่าวอ้าง	1. นักเรียนมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม			
การเลือกใช้หลักฐาน	2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง			
การให้เหตุผล	3. นักเรียนนำเสนอด้วยการอธิบาย ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล			

2.4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ คือ ปรับแก้แบบสังเกตพฤติกรรมให้มีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่จะสังเกตและพฤติกรรมที่แสดง ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.4) ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสังเกตนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

2.4.5 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด , 2553) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.0 จึงถือว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้ จากการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

2.4.6 นำแบบสังเกตมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับแก้ภาษาในแบบสังเกตพฤติกรรมให้เห็นว่ากำลังสังเกตใคร และสังเกตอะไร

2.4.7 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.5 เกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.5.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.5.2 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ปรากฏในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. นักเรียนมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม	นักเรียนมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหา สอดคล้องจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม	นักเรียนมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหา แต่ปัญหาที่กำหนดไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม	นักเรียนไม่มีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง และไม่กำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม
2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำที่สอดคล้องกับปัญหามาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำไม่สอดคล้องกับปัญหามาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลมาจัดกระทำเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้
3. นักเรียนนำเสนอด้วยการอธิบาย ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้เหตุผล	นักเรียนสามารถนำเสนอด้วยการอธิบาย ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้เหตุผลสอดคล้องกับสถานการณ์	นักเรียนสามารถนำเสนอด้วยการอธิบาย ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับสถานการณ์	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอด้วยการอธิบายที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

2.5.2 นำเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ระหว่างรายการประเมินกับระดับคะแนน

2.5.3 นำเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ชุด 2.1.4) เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ระหว่างรายการประเมินกับระดับคะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

2.5.4 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2552) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

กำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินถือว่าเป็นเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 4.84 มีค่า SD เท่ากับ 0.17 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

2.5.5 นำเกณฑ์พฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัย

2.6 อนุทินของนักเรียน

เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำนองจริงปฏิบัติการ เพื่อให้ให้นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอน ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงวิธีคิด วิธีศึกษาค้นคว้า

ในการที่จะได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.6.1 กำหนดประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนบันทึกในอนุทิน

2.6.2 สร้างอนุทินของนักเรียนตามประเด็นที่กำหนด ดังปรากฏในตารางที่ 24

2.6.3 นำอนุทินที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ คือ ปรับแก้ให้นักเรียนเขียนหลังจบวงจรปฏิบัติการ เพื่อความเป็นไปได้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.6.4 นำอนุทินของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 25 ประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนบันทึกในอนุทินด้านการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นการสอน	ประเด็นในอนุทิน
ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้	หากจะระบุข้อกล่าวอ้างในสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนมีวิธีการระบุข้อกล่าวอ้างอย่างไร
ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม	หากจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างไร หลักฐานที่นักเรียนเลือกมามีความเชื่อถือมากน้อยเพียงใด
ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ	หากจะให้เหตุผล โดยการอธิบายสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนจะนำหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้อย่างไร
ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา	หากนักเรียนจะลงข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษา นักเรียนจะอย่างไร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ขั้นวางแผน (Plan)

1) เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาวิเคราะห์หาให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้ที่จะนำมาแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน แล้วทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม และอนุทินของนักเรียน

1.2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ

แผนที่ 1 กลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 2 กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 3 การสร้างภูมิคุ้มกัน	จำนวน 2 ชั่วโมง

1.3 ขั้นสังเกต (Observe)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบมีโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และอนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล ได้แก่ การสังเกตโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน จากนั้นสรุปข้อมูลนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพื่อใช้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ขั้นวางแผน (Plan)

หลังจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานที่พัฒนานำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ

แผนที่ 4 โรคภูมิแพ้	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 5 ภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 6 ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	จำนวน 2 ชั่วโมง

2.3 ขั้นสังเกต (Observe)

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงการมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมแบบมีโครงสร้าง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ข้อ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและอนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังเก็บข้อมูลจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล ได้แก่ การสังเกตโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน จากนั้นสรุปข้อมูลนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพื่อใช้วงจรปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์จากผลการใช้เครื่องมือในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน โดยประเมินจากคำตอบของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน อนุทินของนักเรียน อีกทั้งยังนำบันทึกหลังการสอนในแต่ละคาบว่ามีปัญหาในการจัดการเรียนรู้อย่างไรบ้าง และปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นในแผนถัดไป เพื่อนำมาวิเคราะห์ ดีความและสรุป จากนั้นรายงานผลในลักษณะการบรรยาย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิเคราะห์จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำคำตอบของนักเรียนมาเทียบเกณฑ์ที่ดัดแปลงจาก McNeill and Krajcik (2008) ดังตารางที่ 21 และนำมาจำแนกเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 26 เป็นรายบุคคลทั้งหมด 3 ระดับ คือ ระดับดี ปานกลาง และน้อย

ตารางที่ 26 เกณฑ์การแปลผลระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ช่วงคะแนน (ร้อยละของคะแนนเต็ม)	ระดับความสามารถ
75-100	ดี
50-74	ปานกลาง
ต่ำกว่า 50	น้อย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าคุณภาพเครื่องมือ มีดังต่อไปนี้

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2553: 220) ดังนี้

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตร (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554: 125)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณโดยใช้สูตร (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554: 127)

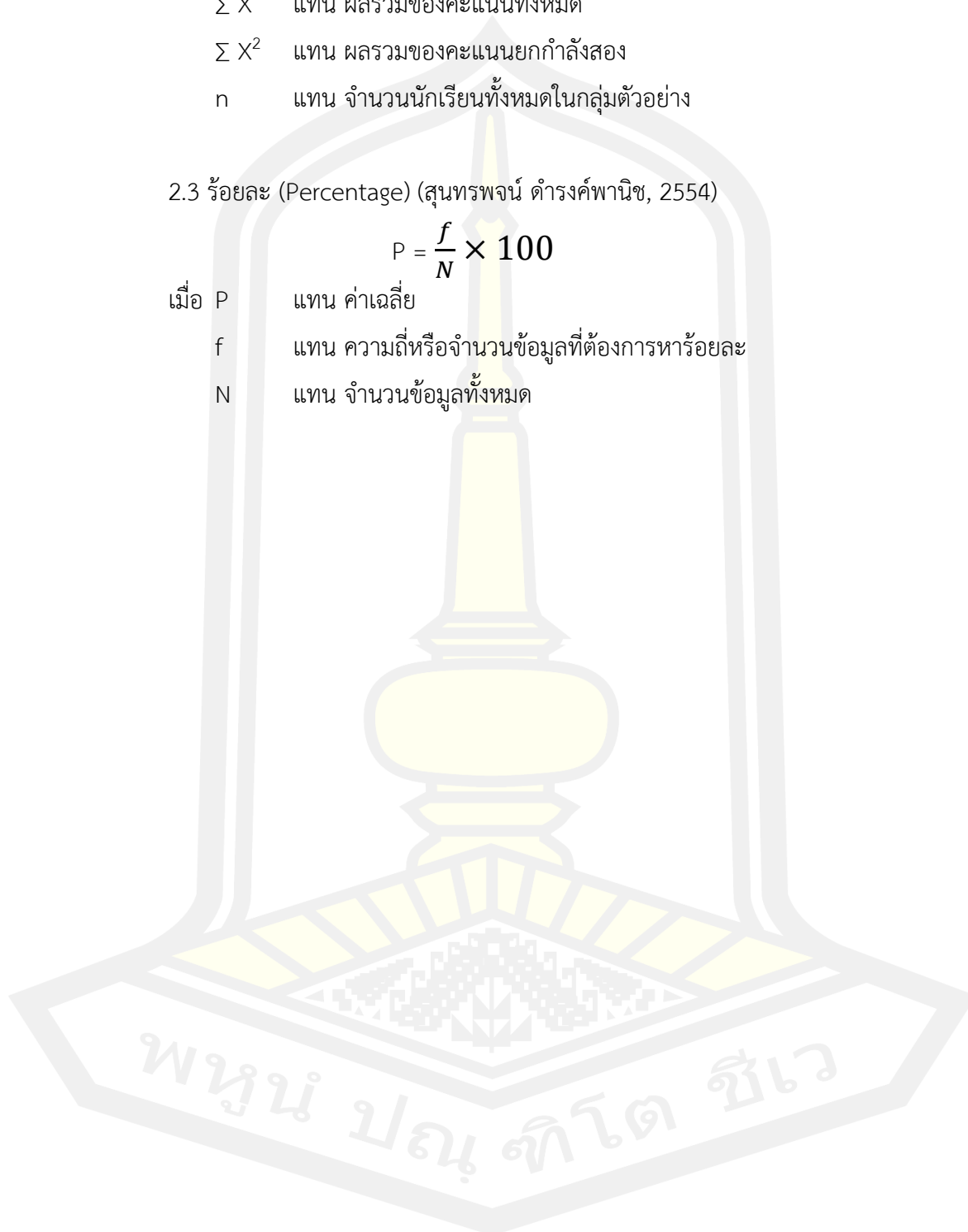
$$SD = \frac{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ΣX	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
ΣX^2	แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
n	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

2.3 ร้อยละ (Percentage) (สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2554)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P	แทน ค่าเฉลี่ย
f	แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ
N	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกรณีทางชีวสังคมเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัย โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานปรากฏดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
1*	4	3	3	10	83.33	ดี
2	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
3	3	2	1	6	50	ปานกลาง
4	2	1	1	4	33.33	น้อย
5	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง

ตารางที่ 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
6	2	2	1	5	41.66	น้อย
7	3	2	0	5	41.66	น้อย
8*	4	3	3	10	83.33	ดี
9*	3	3	3	9	75	ดี
10	3	2	1	6	50	ปานกลาง
11*	4	3	2	9	75	ดี
12	3	2	1	6	50	ปานกลาง
13	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
14*	4	3	3	10	83.33	ดี
15*	4	4	2	10	83.33	ดี
16	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
17*	4	4	3	11	91.66	ดี
18*	4	3	2	9	75	ดี
19	2	2	2	6	50	ปานกลาง
20	3	2	0	5	41.66	น้อย
21*	4	4	3	11	91.66	ดี
22	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
23*	4	4	3	11	91.66	ดี
24	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
25	3	4	1	8	66.66	ปานกลาง
26	2	2	1	5	41.66	น้อย
27	3	3	1	7	58.33	ปานกลาง

ตารางที่ 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
28	4	3	1	8	66.66	ปานกลาง
29*	4	3	2	9	75	ดี
30	2	2	1	5	41.66	น้อย
31	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
32	2	2	0	4	33.33	น้อย
33*	4	4	3	11	91.66	ดี
34*	3	3	3	9	75	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.18	2.74	1.79	7.71	64.21	ปานกลาง

* หมายถึง เหตุ หมายถึงนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดี

จากตารางที่ 27 พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน นักเรียนจำนวนทั้งหมด 34 คน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 7.71 ซึ่งมีนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 13 คนจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 38 ต่อมาคือระดับปานกลาง 14 คนจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 41 และระดับน้อย จำนวน 7 คนจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 21 ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางและระดับน้อย รวมทั้งหมด 21 คนเป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 21 คนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ขั้นวางแผน (Plan)

1) เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์หานักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า นักเรียนจำนวน 21

คน มีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนจำนวน 21 คนเป็นกลุ่มเป้าหมาย

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้เพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน แล้วทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในสะท้อนผลปฏิบัติ ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทินของนักเรียน

1.2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีดังนี้

แผนที่ 1 กลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 2 กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 3 การสร้างภูมิคุ้มกัน	จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ และให้ความสำคัญทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในแผนที่ 1 และแผนที่ 2 ดำเนินการสอนเต็มรูปแบบที่โรงเรียน (On-site) แต่ในขณะที่แผนที่ 3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online) ผ่านทางแอปพลิเคชัน Microsoft Team

1.3 ขั้นสังเกต (Observe)

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลปฏิบัติ ดังนี้

1) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผลปรากฏดังนี้

ด้านที่ 1 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนจะต้องมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม จากการวิเคราะห์การทำการกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม

กล่าวคือ ในแผนที่ 1 นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่ได้ อีกทั้งข้อกล่าวอ้างที่ระบุยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์และเรื่องที่จะเรียน แต่ในขณะที่แผนที่ 2 และแผนที่ 3 นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้สอดคล้องกับสถานการณ์ และระบุตรงกับหัวข้อที่จะเรียน แสดงรายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละคนมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เมื่อพิจารณาจากการพูดคุยของนักเรียน และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมการระบุข้อกล่าวอ้าง โดยปัญหาที่นักเรียนกำหนดยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ อีกทั้งการระบุปัญหายังไม่ชัดเจน และไม่สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียน ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนจึงต้องคอยชี้แนะแนวทางนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...ปัญหานั้นจะเป็น การที่โรงงานระเบิดจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นยังงี้ มันน่าจะเกี่ยวข้องกับเรื่องมลพิษทางอากาศ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 2, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...เราจะต้องระบุปัญหาแบบไหนอะ ถ้าเอาง่าย ๆ ก็น่าจะเป็นการที่โรงงานระเบิดรีปาว ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 20, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...หัวข้อที่เกี่ยวข้องน่าจะเป็นเรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อมนะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 3, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...หรือปัญหานั้นจะเกี่ยวข้องกับสารเคมีสไตรีนโมโนเมอร์ไปก่อให้เกิดอาการแบบนั้นได้ยังงี้ น่าจะเกี่ยวข้องกับหลายเรื่องนะ” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 30, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ถ้าชีวะก็น่าจะเกี่ยวข้องกับ เรื่องระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 6, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 นักเรียนแต่ละคนมีการปรึกษา พูดคุยกันในกลุ่มเพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง เมื่อพิจารณาจากการพูดคุยของนักเรียน และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนเริ่มแสดงถึงพฤติกรรมการระบุข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม เริ่มสอดคล้องกับสถานการณ์ และระบุปัญหาที่สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียนในวิชาชีววิทยา แต่ยังคงได้รับการชี้แนะจากครูผู้สอนเป็นบางครั้ง ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“... ปัญหา คือ เชื้อไวรัสนี้ ก่อให้เกิดอาการดังกล่าวได้ยังงี้ หลัก ๆ มันก็น่าจะเกี่ยวกับเรื่องระบบภูมิคุ้มกันนะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 4, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ปัญหาหน้าจะมาในแนว ระบบภูมิคุ้มกันป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนา ได้อย่างไร เกี่ยวข้องกับหัวข้อ เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 10, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ผู้ป่วยโควิดมีระบบภูมิคุ้มกันเป็นอย่างไร ถ้าปัญหาเป็นแบบนี้มันจะกว้างไปไหมอะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 24, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนการสอนผ่านแอปพลิเคชัน Microsoft team ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนพูดคุยกันผ่านทางช่องแชตภายในกลุ่มย่อยของตนเอง อีกทั้งเปิดไมค์สื่อสารกัน เมื่อพิจารณาจากการพูดคุยของนักเรียน และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงถึงพฤติกรรมการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนมีการระบุปัญหา สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม และระบุปัญหาที่สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียนด้วยตนเอง

“ปัญหาที่เราจะต้องระบุ คือ วัคซีนที่ฉีดให้แม่ สามารถส่งผ่านไปยังลูกได้ อย่งไร ซึ่งเราน่าจะต้องสืบค้นเกี่ยวกับหัวข้อการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“ลูกได้รับภูมิคุ้มกันผ่านการฉีดวัคซีนจากแม่ได้ยังหรือเปล่า มันจะดูยากไปไหมถ้าจะระบุแบบนี้” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 2, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“เรื่องที่เกี่ยวข้องก็คงเกี่ยวกับวัคซีนอะ” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 27, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

2. จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

สุดตมกลืนคณไฟจากโรงงาน ซึ่งในควนนี้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและปนเปื้อนในมะม่วง

ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนตั้งขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในวิชาชีววิทยบ้าง

เืองสารเคมีที่ผู้กรรพชองร่างกาย และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง, เรื่องระบบขับถ่าย, เรื่องระบบหายใจ,

ระบบภูมิคุ้มกัน

ภาพที่ 1 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหายังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหายังไม่ชัดเจน และไม่สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียน อีกทั้งหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับปัญหายังมีความหลากหลาย ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียน

ด้านที่ 2 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการใช้หลักฐาน นักเรียนจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการใช้หลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นผลมาจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมได้สอดคล้อง กล่าวคือ ในแผนที่ 1 นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมการใช้หลักฐาน นักเรียนมีปัญหาในการใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นผลมาจากการที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์และยังไม่ชัดเจน ในขณะที่แผนที่ 2 และแผนที่ 3 นักเรียนแสดงพฤติกรรมการใช้หลักฐาน นักเรียนมีการใช้หลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ สืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ แสดงรายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า จากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมไม่สอดคล้องกับสถานการณ์และไม่สอดคล้องกับหัวข้อที่เรียน จึงส่งผลให้นักเรียนไม่ทราบว่าตนเองจะต้องสืบค้นโดยใช้คำสำคัญว่าอะไรบ้าง กล่าวคือ นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการใช้หลักฐาน ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนจึงต้องคอยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดมากขึ้น ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“.... เราต้องสืบค้นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 32, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... เราต้องสืบค้นอะไรบ้าง” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 19, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... เราต้องสืบค้นจากหัวข้อที่เกี่ยวข้องรีเปล่า” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 10, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมการใช้หลักฐาน มีการค้นหาทฤษฎี หลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นผลมาจากการที่นักเรียนเริ่มมีการระบุข้อกล่าวอ้างได้ ทั้งนี้ ในแผนที่ 2 ผู้วิจัยยังต้องแนะนำนักเรียนในบางครั้ง ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“ต้องหาข้อมูลว่ากลไกการต่อต้านแบบจำเพาะคืออะไร” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 5, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะต่างกับแบบไม่จำเพาะยังไงอะ เราต้องรู้ด้วยรีปาว” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 7, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

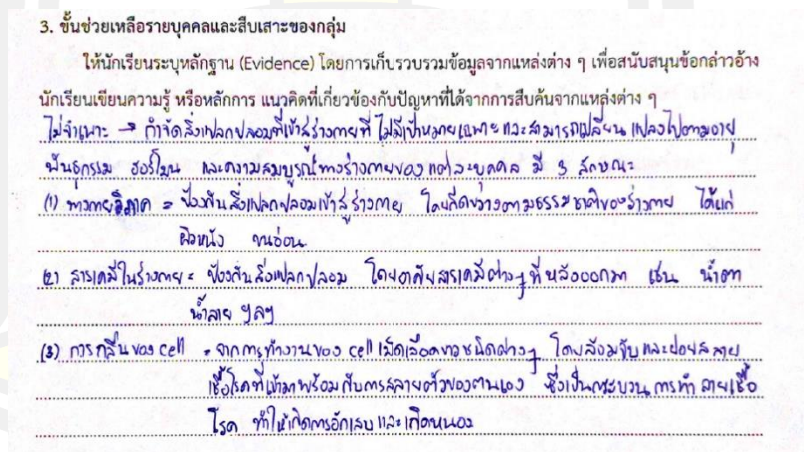
“เราจะหาข้อมูลจากเว็บนี้นะว่ากลไกการต่อต้านแบบจำเพาะว่ามันคืออะไร ส่วนคนอื่น ๆ ก็ลองไปหาดูเว็บอื่นหรือหนังสือเรียน ค่อยมาสรุปลงใบกิจกรรมด้วยกัน” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 6, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 ซึ่งดำเนินการจัดการเรียนการสอนผ่านแอปพลิเคชัน Microsoft team พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมการใช้หลักฐานด้วยความสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้ และนำข้อมูลมาจัดกระทำสอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนระบุ เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“เราต้องหาหลักการของสร้างภูมิคุ้มกันว่าเป็นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 27, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“การสร้างภูมิคุ้มกันมี 2 ชนิด เราแบ่งหน้าที่กันไปหาหาว่าแต่ละชนิดคืออะไร” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 7, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“คือเราต้องรู้ด้วยนะว่าการฉีดวัคซีนเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบไหนอะ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 24, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถใช้หลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และหลักฐานที่นำมายังไม่สอดคล้องกับหัวข้อที่นักเรียนจะเลือกใช้

ด้านที่ 3 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการให้เหตุผล นักเรียนจะต้องนำเสนอด้วยการอธิบาย ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนจนจบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผล ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้าง เลือกใช้หลักฐานได้ กล่าวคือ แผนที่ 1 นักเรียนยังไม่แสดงพฤติกรรมการให้เหตุผล เป็นผลมาจากการที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่ได้ และเลือกใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไม่ได้ แต่ในแผนที่ 2 นักเรียนเริ่มแสดงถึงพฤติกรรมการให้เหตุผล และพฤติกรรมการให้เหตุผลของนักเรียนชัดเจนในแผนที่ 3 แสดงรายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอด้วยการอธิบายที่แสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลได้น้อย ซึ่งส่งผลมาตั้งแต่การที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับสถานการณ์และไม่สอดคล้องกับหัวข้อที่เรียน และเลือกใช้หลักฐานไม่ได้ อีกทั้งนักเรียนยังไม่ทราบว่าต้องเขียนเหตุผลอย่างไร ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“... เราต้องให้เหตุผลในรูปแบบไหนอะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 22, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...คือมันต้องเป็นยังไงอะ” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 13, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... หรือต้องนำเสนอโดยที่เราออกไปพูดสิ่งที่เราสืบค้นมา” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 6, 1 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 2 พบว่า นักเรียนเริ่มแสดงถึงพฤติกรรมการให้เหตุผล โดยการพูดคุยเพื่อให้เหตุผลด้วยการอธิบายที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ซึ่งส่งผลมาจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างและเลือกใช้หลักฐานได้ ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

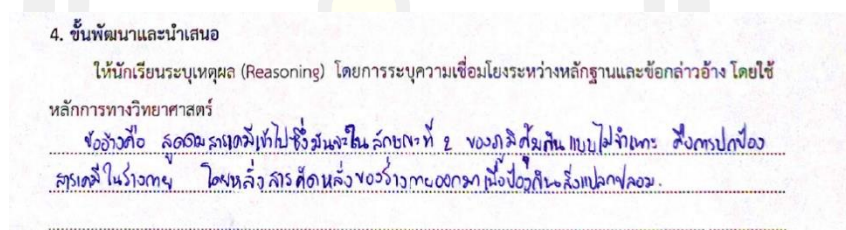
“... เราก็อธิบายว่า ปัญหาที่เรากำหนด ก็คือระบบภูมิคุ้มกันป้องกันการติดเชื้อไวรัสซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 7, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ต้องอธิบายว่า ปัญหาของเราเชื่อมโยงกับสิ่งที่เราสืบค้นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 4, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 3 พบว่า นักเรียนแสดงถึงพฤติกรรมการให้เหตุผล นักเรียนสามารถนำเสนอด้วยการอธิบาย ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ซึ่งส่งผลมาจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างและเลือกใช้หลักฐานได้ พฤติกรรมเช่นนี้เริ่มปรากฏตั้งแต่แผนที่ 2 ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...เราต้องนำเสนอครูให้ได้ว่า ปัญหาของเราอะ เพราะอะไรมันจึงเป็นแบบนี้” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 13, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...ก็อธิบายเหมือนเดิมนั้นแหละ ที่เราเคยนำเสนอก็คือนำปัญหาที่เรากำหนด คือ วัคซีนที่ฉีดให้แม่สามารถส่งไปที่ลูกได้ยังไงแล้วนำมาเชื่อมกับหลักการของการสร้างภูมิคุ้มกัน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 26, 8 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผล โดยการเขียนเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเขียนโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล

2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน
วงจรปฏิบัติการที่ 1

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าว อ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
2	4	4	3	11	91.66	ดี
3	4	3	2	9	75	ดี
4*	3	3	1	7	58.33	ปานกลาง
5	3	4	3	10	83.33	ดี
6	4	3	2	9	75	ดี
7	3	4	2	9	75	ดี
10	4	3	3	10	83.33	ดี
12	4	3	2	9	75	ดี
13	4	4	3	11	91.66	ดี
16	4	3	2	9	75	ดี
19	4	3	3	10	83.33	ดี
20*	3	3	2	8	66.66	ปานกลาง
22	3	3	3	9	75	ดี
24	4	4	3	11	91.66	ดี
25	4	3	3	10	83.33	ดี
26	4	3	2	9	75	ดี
27	4	4	3	11	91.66	ดี
28	4	4	4	12	100	ดี
30*	3	2	2	7	58.33	ปานกลาง
31	4	4	4	12	100	ดี

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าว อ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
32*	4	3	2	9	75	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.71	3.33	2.57	9.62	80.16	ดี

* หมายเหตุ หมายถึงนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี

จากตารางที่ 28 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน พิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 9.62 คิดเป็นร้อยละ 80.16 ในขณะที่เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนน พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 คิดเป็นร้อยละ 92.75 ความสามารถในการใช้หลักฐานมีคะแนนเฉลี่ย 3.33 คิดเป็นร้อยละ 83.25 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 ด้านนี้ผ่านเกณฑ์ระดับดี และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ย 2.57 คิดเป็นร้อยละ 64.25 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดและยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

1. จากสถานการณ์เป็นการกำจัดเชื้อโรคด้วยวิธีการใด (ข้อกล่าวอ้าง)

..... กลไกการกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเฉพาะ.....

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 4 การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้สอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

จากสถานการณ์ในข้อกล่าวหา สืบหาหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน และ ลิมโฟไซต์

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการทำให้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐาน
วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 5 การตอบคำถามของนักเรียนด้านหลักฐาน พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ใน
แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุหลักฐานที่สอดคล้องกับสถานการณ์
เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวหาอย่างครบถ้วน

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวหาอย่างไร (การให้เหตุผล)

การกำจัดเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน และ ลิมโฟไซต์
เป็นกลไกการต่อต้านเชื้อโรคแบบจำเพาะ เมื่อแอนติเจนหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย แอนติเจนจะไป
กระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ (B-cell) จากนั้น B-cell จะพัฒนาไปเป็น plasma cell
ที่ผลิต antibody เมื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมแล้วพัฒนาไปเป็น Memory cell ที่นำที่เตรียมความพร้อม
เมื่อมี antigen เข้าสู่ร่างกายอีกครั้ง จากนั้นจะพัฒนาไปเป็น plasma cell เพื่อผลิต antibody
และ T cell CD4 จะไปกระตุ้น B-cell และ CD8 เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการทำให้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้
เหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 6 การตอบคำถามของนักเรียนด้านการให้เหตุผล พบว่า เมื่อนักเรียนอ่าน
สถานการณ์ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุเหตุผลที่สอดคล้อง
โดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวหาด้วยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน จะเห็น
ได้ว่า นักเรียนนำคำตอบ “กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ” ซึ่งเป็นคำตอบในส่วนหนึ่งของข้อกล่าวหา
เชื่อมกับ “แอนติเจนและลิมโฟไซต์” ซึ่งเป็นหลักฐานว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

3) การสัมภาษณ์นักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์
ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร
ปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจากการ
สัมภาษณ์สามารถสรุปประเด็นได้ ดังนี้

(1) นักเรียนต้องการเวลาในการทำกิจกรรมมากขึ้น และไม่อยากจะเรียนรู้จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับขั้นตอนและรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน จึงทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าแต่ละขั้นจะต้องทำอะไรบ้างซึ่งส่งผลกับเวลาในการทำกิจกรรม

“... หนูว่าสถานการณ์ของครูสึกเกินไป เลยไม่อยากทำต่อ และแต่ละขั้นของคาบนั้น ๆ มีเวลาน้อย”

(นักเรียนเลขที่ 4, 11 กุมภาพันธ์ 2565: สัมภาษณ์)

“...อยากมีเวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และไม่อยากจะหาปัญหาจากสถานการณ์ เพราะหนูไม่ชอบเรียนแบบนี้”

(นักเรียนเลขที่ 20, 11 กุมภาพันธ์ 2565: สัมภาษณ์)

“... กิจกรรมกลุ่มที่เป็นออนไลน์ อยากให้เพิ่มเวลา”

(นักเรียนเลขที่ 30, 11 กุมภาพันธ์ 2565: สัมภาษณ์)

(2) นักเรียนต้องการที่จะนำไปงานกลับไปทำเป็นการบ้าน เพราะเป็นผลมาจากการที่นักเรียนไม่คุ้นชินกับรูปแบบการจัดการเรียนสอน ทำให้นักเรียนใช้เวลานานในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้น ส่งผลให้นักเรียนไม่ต้องการที่จะทำใบงาน

“...หนูไม่อยากทำใบงาน เพราะใบกิจกรรมก็ทำแล้ว ไม่รู้จะทำไปทำไม เยอะแยะ”

(นักเรียนเลขที่ 20, 11 กุมภาพันธ์ 2565: สัมภาษณ์)

“...ใบงานไม่จำเป็นเลยในคาบก็ได้ค่ะ ส่งเป็นไฟล์เฉยให้ก็ได้”

(นักเรียนเลขที่ 30, 11 กุมภาพันธ์ 2565: สัมภาษณ์)

4) อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำยวจนปฏิบัติการ เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอน ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงวิธีคิด วิธีศึกษาค้นคว้าในการที่จะได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

(1) ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียน ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ได้ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์อย่างถี่ถ้วน อีกทั้งยังวิเคราะห์สถานการณ์ว่าจุดสำคัญ หรือคำสำคัญคืออะไร จากนั้นนักเรียนจะระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหา และระบุหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หากจะระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อกำหนดปัญหาอย่างไร

จากการทำใบกิจกรรมทั้ง 3 ใบบน ดินนั้นสามารถกำหนดปัญหาได้จากการ
อ่านสถานการณ์แล้วตีความวิเคราะห์ข้อมูล หรือใจความสำคัญ จากนั้นจึงกำหนดปัญหา

ภาพที่ 7 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 1

(2) ด้านการใช้หลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียนด้านการ
ใช้หลักฐาน พบว่า นักเรียนสามารถใช้หลักฐานด้วยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีของ
หัวข้อที่เกี่ยวข้องว่าเป็นอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม

หากจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างไร

เมื่อทราบถึง หลักการที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่โจทย์กำหนด
จึงนำ Keyword ไปสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต โดย เลือกเว็บในการอ้างอิง จาก
ลักษณะข้อมูลที่อธิบายครบถ้วน ใช้คำได้เข้าใจ และข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

ภาพที่ 8 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 1

(3) ด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียนด้านการ
ให้เหตุผล พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้ด้วยการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการ
สืบค้นแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาให้เหตุผลด้วยการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้
หลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ

หากจะให้เหตุผล โดยการอธิบายสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนจะนำหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย
ได้อย่างไร

ใช้หลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากล่าวอ้างถึง เพื่อสนับสนุนความคิด
เพื่อนำเสนอข้อเท็จจริงที่ มีความน่าเชื่อถือ

ภาพที่ 9 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 4 วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

นักเรียนมีวิธีการได้มาคำตอบอย่างไรบ้าง

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เราจะ อ่านอย่างละเอียดแล้วมองหาประเด็นที่
มีความน่าสนใจ จากนั้นจะตั้งคำถามที่สับสนสงสัย แล้ววิเคราะห์หลักการหรือ
แนวศัลการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสืบค้นหาข้อสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่ออ้างถึงใน
เกิดความน่าเชื่อถือ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่มีมาเชื่อมโยงกัน

ภาพที่ 10 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 5 วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน อนุทินของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการ
สอนของผู้วิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
1. ขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดปัญหาจาก สถานการณ์ นักเรียนยังขาดการวิเคราะห์ ข้อมูลจากสถานการณ์	ครูใช้คำถามกระตุ้น ชี้แนะแนวทางให้นักเรียน
2. เวลาไม่เพียงพอในการทำกิจกรรม	ปรับกิจกรรมให้กระชับมากขึ้น และกระตุ้นให้ นักเรียนรักษาเวลาในการทำกิจกรรมขั้นต่าง ๆ
3. ขั้นที่นักเรียนจะต้องเขียนเหตุผลในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียน บางคนยังเขียนได้น้อย เนื่องจากยังไม่เข้าใจ เนื้อหา	ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ แสดงความคิดเห็น กับเพื่อนภายในกลุ่มมากขึ้น
4. นักเรียนไม่ยอมเรียนจากสถานการณ์ ปัญหา	ครูต้องชี้แจงว่าการเรียนโดยใช้สถานการณ์ปัญหามี ความสำคัญอย่างไร

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ขั้นวางแผน (Plan)

หลังจากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้วนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญตั้งแต่ขั้นแรกของการทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์จากสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา การที่นักเรียนระบุปัญหาได้ จะส่งผลต่อขั้นตอนต่อไปในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งขั้นที่นักเรียนจะต้องนำเสนอโดยการให้เหตุผล ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มตนเอง อีกทั้งยังสร้างข้อตกลงเรื่องการบริหารเวลาในการทำกิจกรรม และชี้แจงนักเรียนเพิ่มเติมถึงสำคัญในการเรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหา

2.2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานที่พัฒนานำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ

แผนที่ 4 โรคภูมิแพ้	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 5 ภูมิแพ้ด้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนที่ 6 ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ได้วางไว้ และให้ความสำคัญทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในแผนที่ 4 และแผนที่ 5 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Microsoft Team แต่ในขณะที่แผนที่ 3 ดำเนินการสอนเต็มรูปแบบที่โรงเรียน (On-site)

2.3 ขั้นสังเกต (Observe)

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้เครื่องมือสะท้อนผลปฏิบัติ ดังนี้

1) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมนักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผลปรากฏดังนี้

ด้านที่ 1 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง นักเรียนจะต้องมีการสื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการระบุข้อกล่าวอ้างทั้งการจัดกิจกรรมเรียนรู้ใน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ได้สอดคล้องกับ

สถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคม และระบุปัญหาที่สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียนด้วยตนเอง แสดงรายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 4 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“...จากสถานการณ์ เราว่าคีย์เวิร์ดอยู่ที่คำว่าฮีสตามีนนะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 2, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“...สถานการณ์นี้ ครูมีค่าเด่น ๆ มาให้อยู่ ปัญหาที่จะอยู่ที่ฮีสตามีนนี้แหละ ว่ามันไปก่อให้เกิดอาการแพ้ได้ยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 12, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ปัญหา น่าจะเป็นแบบว่า ฮีสตามีนไปส่งผลให้เกิดอาการแพ้ได้ยังไง ซึ่งหัวข้อที่เราต้องสืบค้นก็น่าจะเกี่ยวกับโรคลมพิษแหละ” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 20, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์น่าจะเป็นโรคพุ่มพวงนี่แหละ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 16, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“ปัญหาก็คือ โรคภูมิแพ้ลักษณะเป็นอย่างไร จึงทำให้ร่างกายคนนี้เสียชีวิต” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 19, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“เรื่องที่เกี่ยวข้อง ก็คือ โรคภูมิแพ้” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 28, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“... ปัญหา น่าจะเกี่ยวข้องว่าเม็ดเลือดขาว CD4 เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยโรคนี้ยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 4, 22 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... เชื้อ HIV มันเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาวตัวนี้ได้ยังไง คิดว่าปัญหานี้จะแคบกว่าที่เธอพูดนะ” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 24, 22 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“... ปัญหา คือ เชื้อ HIV นี่แหละมันไปทำลายเม็ดเลือดขาวยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 7, 22 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

2. จัดให้นักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

เชื้อ HIV มีไปไวรัส cell-I และ CD4 ไวรัส

ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนตั้งขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในวิชาชีววิทยามัธยม

การดูแลสุขภาพจากการติดเชื้อ HIV

ภาพที่ 11 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 2

ภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์และสอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียน

ด้านที่ 2 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการใช้หลักฐาน นักเรียนจะต้องมีการสืบค้นข้อมูล สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบ ใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการใช้หลักฐานทั้งการจัดการกิจกรรมเรียนรู้ใน 3 ครั้งของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้ และนำข้อมูลมาจัดกระทำสอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนระบุ เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

แผนที่ 4 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“.... เราก็คงต้องรู้ก่อนว่าหลักการของโรคภูมิแพ้เป็นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 10, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“.... กลไกการเกิดโรคนี้เป็นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 5, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“.... เริ่มแรกเราต้องรู้ว่าหลักการของโรคภูมิแพ้คืออะไร แล้วฮีสตามีนไปเกี่ยวข้องกับยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 22, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

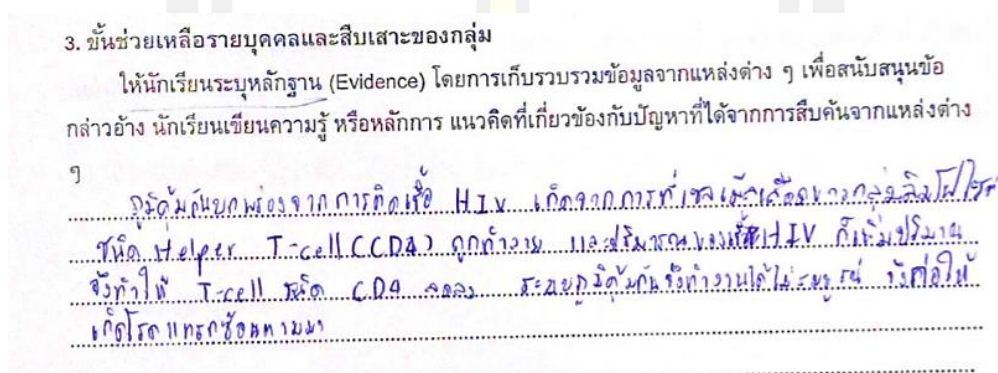
“.... เราต้องสืบค้นว่าโรคภูมิแพ้เป็นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 31, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“.... ก็เหมือนเดิมเลย เราก็ต้องรู้ว่าใครนี่เป็นยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 5 เลขที่ 24, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“.... คนที่เป็นโรคเอดส์ กับคนที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อต่างกันยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 32, 22 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“.... เราก็แบ่งหน้าที่กันดีไหม แล้วมาสรุปกันทีหลัง” (สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 30, 22 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)



ภาพที่ 12 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 2

ภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องผ่านการพูดคุย อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มของตนเอง

ด้านที่ 3 พฤติกรรมของนักเรียนด้านการให้เหตุผล นักเรียนจะต้องนำเสนอด้วยการอธิบาย ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทำกิจกรรมทั้งจากการพูดคุยของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และสรุปข้อมูลจากการเขียนตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการให้เหตุผล ทั้งการจัดกิจกรรมเรียนรู้ทั้ง 3 ครั้งของวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถนำเสนอด้วยการอธิบาย ซึ่งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบในการให้เหตุผลสอดคล้องกับสถานการณ์ได้

แผนที่ 4 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“ก็คงเป็นเหมือนเดิมอะ เราก็อธิบายข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานให้เชื่อมกัน” (สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 4, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“แนวคิดที่เราได้มาก็คือหลักการของโรควิถีแพ้วว่าเป็นยังไง ที่นี้ก็เหมือนเดิมเราก็นำหลักการนี้มาอธิบายปัญหาของเราว่ามันเกิดขึ้นได้ยังไง” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 28, 17 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 5 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“โรคที่พุ่มพวงเป็น คือลักษณะของภูมิคุ้มกันต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง ที่ร่างกายมันจะไม่สามารถแยกได้ระหว่างสิ่งแปลกปลอมกับเนื้อเยื่อของเรา” (สมาชิกกลุ่ม 1 เลขที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“เราเขียนเป็นแผนผังดีไหม พอเวลาไปนำเสนอก็ค่อยอธิบายว่าเป็นยังไง เพื่อครูให้คะแนนเพิ่มถ้าเราเขียนแผนผังให้เข้าใจง่าย ๆ อะ อันนี้คือเสนอนะ” (สมาชิกกลุ่ม 3 เลขที่ 10, 3 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

แผนที่ 6 ตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“เราก็ให้เหตุผลว่า เชื้อ HIV พวกนี้อะมันไปจับกับเซลล์ที แล้วต่อมามันเกิดอะไรขึ้น”(สมาชิกกลุ่ม 2 เลขที่ 32, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

“ก็เขียนเหมือนเดิมนั้นแหละ เอาหลักการมาอธิบายว่าทำไมมันถึงเป็นแบบนี้”(สมาชิกกลุ่ม 4 เลขที่ 6, 15 กุมภาพันธ์ 2565: การพูดคุยระหว่างทำกิจกรรม)

4. ขั้วพัฒนาและนำเสนอ

ให้นักเรียนระบุเหตุผล (Reasoning) โดยการระบุความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

หลักการทางวิทยาศาสตร์ HIV เชื้อ HIV เริ่มไปจับกับ T-cell หรือ CD4 และเซลล์ RNA ของ HIV และ RNA ของ HIV จะเข้าไปจับกับเซลล์ในเซลล์ DNA ของ T-cell CD4 และ RNA ของ HIV และ DNA ของ HIV และ DNA ของ T-cell CD4 จะจับกับกันต่อไปจน HIV เริ่มทำลาย T-cell CD4 และเซลล์

5. ขั้ววิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากขั้นที่ 2-4 มีกระบวนการคิดที่จะได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง

เห็นจากภาพรวมของปัญหาและวิเคราะห์ในความคิดของตนเองว่าเห็นว่ามันคืออะไร และจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ในขั้นตอนการนำเสนอให้เขาเห็นว่าเราคิดอย่างไรและจะนำเสนออย่างไร

ภาพที่ 13 ตัวอย่างใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการระบุเหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 13 แสดงให้เห็นนักเรียนสามารถนำข้อกล่าวอ้างที่ระบุ “เชื้อ HIV เข้าไปทำลาย เซลล์ทีชนิด CD 4 ได้อย่างไร” มาเชื่อมกับหลักฐาน นั่นก็คือหลักการของกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะได้

2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 2

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
2	4	4	4	12	100	ดี
3	4	3	3	10	83.33	ดี
4	4	3	3	10	83.33	ดี
5	4	4	3	11	91.66	ดี
6	4	3	3	10	83.33	ดี
7	4	4	3	11	91.66	ดี
10	4	4	3	11	91.66	ดี
12	4	3	2	9	75	ดี
13	4	4	4	12	100	ดี
16	4	3	3	10	83.33	ดี
19	4	4	3	11	91.66	ดี
20	3	3	3	9	75	ดี
22	4	4	3	11	91.66	ดี
24	4	4	4	12	100	ดี

ตารางที่ 30 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรายด้าน				ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
	ข้อกล่าวอ้าง (4)	หลักฐาน (4)	เหตุผล (4)	คะแนนรวม (12)		
25	4	4	4	12	100	ดี
26	4	3	3	10	83.33	ดี
27	4	4	4	12	100	ดี
28	4	4	4	12	100	ดี
30	4	4	3	11	91.66	ดี
31	4	3	3	10	83.33	ดี
32	4	4	3	11	91.66	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.95	3.67	3.29	10.90	90.87	ดี

จากตารางที่ 30 พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมดจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 21 คน พิจารณาคะแนนเป็นองค์รวมนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คิดเป็นร้อยละ 90.87 ในขณะที่เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายด้านที่ได้จากการ ทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมด้านละ 4 คะแนน พบว่า ความสามารถด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 คิดเป็นร้อยละ 3.95 ความสามารถด้านการใช้หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 3.67 คิดเป็นร้อยละ 91.75 และคะแนน ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.29 คิดเป็นร้อยละ 79.75 จะ เห็นได้ว่าคะแนนแต่ละด้านของนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้ง 3 ด้าน ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบของ นักเรียนในแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

1. จากเหตุการณ์ดังกล่าวเชื้อ HIV จะเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาวชนิดใด (ข้อกล่าวอ้าง)

เม็ดเลือดขาวกลุ่ม ลิมโฟไซต์ CD4

ภาพที่ 14 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 14 การตอบคำถามของนักเรียนด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้สอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

เนื่องจากในบทบทน์ที่ว่า "เชื้อ HIV จะเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่งที่เรียกว่าเม็ดเลือดขาวกลุ่ม ลิมโฟไซต์ ซึ่ง เป็นเม็ดเลือดขาวกลุ่ม ลิมโฟไซต์"

ภาพที่ 15 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 15 การตอบคำถามของนักเรียนด้านหลักฐาน พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุหลักฐานที่สอดคล้องกับสถานการณ์ เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างครบถ้วน

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

เชื้อ HIV เข้าไปอาศัยอยู่ใน cell ของร่างกาย มันจะเข้าไปทำลาย เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด T-cell ลด CD4 โดยจะเพิ่มเชื้อเพิ่มจำนวนใน Helper T-cell จนทำให้จำนวนของ Helper T-cell ลดลง หากเซลล์เม็ดเลือดขาวทำงานไม่สมบูรณ์แล้ว เสี่ยงติดเชื้อหรือโรคแทรกซ้อนอื่นๆ

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผลวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 16 การตอบคำถามของนักเรียนด้านการให้เหตุผล พบว่า เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างด้วยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน จะเห็นได้ว่า นักเรียนนำคำตอบ “เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ชนิด CD 4” ซึ่งเป็นคำตอบในส่วนของข้อ

กล่าวอ้างมาเชื่อมกับคำตอบ “เมื่อเลือดขาวที่เป็นศูนย์กลางการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน” ซึ่งเป็นหลักฐานว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

3) การสัมภาษณ์นักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์ความเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอน แต่พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีทุกคน

4) อนุทินของนักเรียน เป็นบันทึกของนักเรียนที่เขียนทำนองวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอน ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงวิธีคิด วิธีศึกษาค้นคว้าในการที่จะได้คำตอบมาระบุเป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตัวอย่างคำตอบนักเรียน ดังนี้

(1) ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียน ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ได้ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์อย่างถี่ถ้วน อีกทั้งนักเรียนยังคำนึงถึงการระบุให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และเรื่องที่จะเรียนจากนั้นนักเรียนจะระบุข้อกล่าวอ้างด้วยการกำหนดปัญหา และระบุหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หากจะระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อกำหนดปัญหาอย่างไร

ในกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3 ใช้วิธีเดียวกัน คือ อ่านข้อมูลในโจทย์คร่าวๆ และวิเคราะห์หาปัญหาของสถานการณ์ให้สอดคล้องกัน

ภาพที่ 17 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

(2) ด้านการใช้หลักฐาน จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียนด้านการใช้หลักฐาน พบว่า นักเรียนสามารถใช้หลักฐานด้วยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีของหัวข้อที่เกี่ยวข้องว่าเป็นอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม

หากจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างไร

อ่านสถานการณ์, จับจุดของปัญหา, และหาหลักการมาโยงประกอบ

ภาพที่ 18 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 2

(3) ด้านการให้เหตุผล จากการวิเคราะห์คำตอบจากอนุทินของนักเรียนด้านการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้ด้วยการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาให้เหตุผลด้วยการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ

หากจะให้เหตุผล โดยการอธิบายสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนจะนำหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้อย่างไร

อธิบายสถานการณ์นั้นๆ โดยอ้างอิงจากหลักการ/แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ไม่อิงจากความรู้สึกตนเอง

ภาพที่ 19 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 4 วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

นักเรียนมีวิธีการได้มาคำตอบอย่างไรบ้าง

1) อ่านสถานการณ์

2) กำหนดปัญหา

3) หาหลักฐานประกอบ

4) ตอบคำถามโดยนำหลักการมาเชื่อมโยงด้วย

ภาพที่ 20 ตัวอย่างอนุทินของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขั้นที่ 5 วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน อนุทินของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีทุกคน ผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
1. ชั้นที่นักเรียนต้องออกมานำเสนอ นักเรียนยังรู้สึกไม่มั่นใจในคำตอบของตนเอง	ครูต้องเสริมแรงโดยการให้คะแนนกับนักเรียนที่ออกมานำเสนอ
2. ชั้นที่นักเรียนต้องแสดงความคิดเห็น นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือ ส่งผลให้ นักเรียนยังขาดความเข้าใจในเนื้อหา	ครูต้องกระตุ้น และกำชับให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โดยใช้การจัดการเรียนรู้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี โดยผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำคะแนนมาเทียบระดับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 32

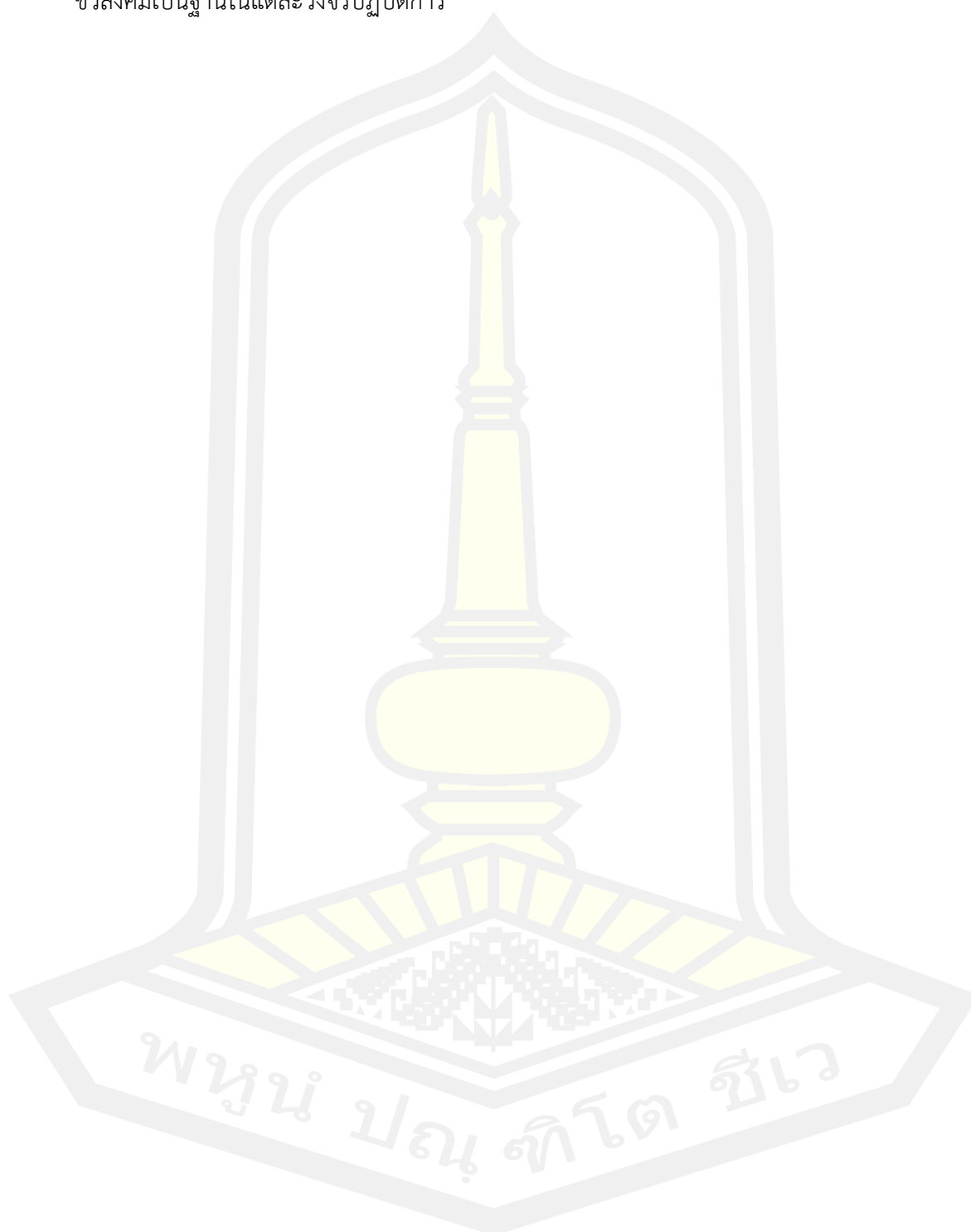
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (12 คะแนน)	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี (21 คน)
ก่อนเรียน	7.71	13 *
1	9.62	18
2	10.90	21

หมายเหตุ * หมายถึงทดสอบก่อนเรียนจากจำนวนทั้งเรียนทั้งหมด 34 คน ผ่านเกณฑ์ระดับดี 13 คน

จากตาราง 32 แสดงให้เห็นว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด 21 คนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จากผลดังกล่าวแสดงว่า นักเรียนมี

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทาง
ชีวสังคมเป็นฐานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ เป็นดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ระดับดี

สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 9.62 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.16 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน และนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 3 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.87 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด จำนวน 21 คน

อภิปรายผล

จากการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่องระบบภูมิคุ้มกัน มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการวิเคราะห์ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 9.62 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคล พบว่า มีนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนทั้งหมด 21 คนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้วยการตอบถามหรือแสดงความคิดเห็น มีใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งฝึกให้นักเรียนนำความรู้จากทฤษฎี หลักการ ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwono et al. (2017) ที่ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้เน้นการใช้กรณีและปัญหาทางชีววิทยาที่เป็นประเด็นทางสังคม ซึ่งสามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูง นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาโดยอ้างอิงข้อมูลทางชีววิทยาได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล การที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันจะส่งผลให้นักเรียนค้นพบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยา (Kloser, 2012) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ การระบุข้อกล่าว หลักฐาน และการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้าน คือ 3.71 3.33 และ 2.57 ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานมีคะแนนที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี แต่ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี อีกทั้งยังพบว่าด้านการระบุข้อกล่าวอ้างนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.75 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างในขั้นที่ 1 ขั้นแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา อีกทั้งยังตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์ และขั้นที่ 2 ขั้นจัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน เพื่อระบุข้อกล่าวอ้างโดยการระบุปัญหาจากสถานการณ์ลงในใบกิจกรรม และนักเรียนจะต้องระบุหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ แต่ยังคงพบว่านักเรียนยังขาดการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ ยังมีปัญหาด้านการระบุข้อกล่าวอ้างอยู่บ้าง และ

ยังระบุไม่สอดคล้องกับเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลของนักเรียน ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาด้วยการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้สอดคล้องสถานการณ์ และชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้น เช่น ถ้าหากนักเรียนได้รับเชื้อไวรัสโคโรนา เชื้อนี้จะไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันอย่างไร ทำไมเราจึงต้องฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคต่าง ๆ เป็นต้น อีกทั้งยังกระตุ้นโดยใช้เหตุการณ์จากข่าว หรือวิดีโอที่เกี่ยวข้อง เพราะการใช้คำถามที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียนต้องเป็นคำถามที่จุดประกายความคิดของนักเรียน และคำถามต้องเชื่อมโยงกับปัญหาและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน (Elsteest, 2001) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suhandi et al. (2018) ที่ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้คำถามกระตุ้นร่วมกับการใช้เหตุการณ์จากวิดีโอจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างดีขึ้น ถัดมาคะแนนด้านหลักฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.33 คิดเป็นร้อยละ 83.25 ที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นผลจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ขั้นช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม ส่งเสริมการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียน นักเรียนมีการค้นคว้าหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการอธิบายปัญหา แต่ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนใช้เวลาในขั้นตอนนี้ยาวนานเกินไป และมีนักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือกับเพื่อนภายในกลุ่ม ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ และสร้างข้อตกลงภายในกลุ่มกันให้ชัดเจนเพื่อที่ทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และเป็นการกระชับเวลาในการทำกิจกรรม และเมื่อพิจารณาคะแนนด้านการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.57 คิดเป็นร้อยละ 64.25 ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี ถึงแม้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาและนำเสนอ จะเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการใช้เหตุโดยการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา แต่พบว่านักเรียนยังมีปัญหาด้านการระบุเหตุผล เนื่องจากนักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจเนื้อหาอยู่บ้าง นักเรียนมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนน้อย ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ginanjar (2015) ได้กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sulistina et al. (2021) ที่ได้กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ใช้ความสามารถทางปัญญาเท่านั้น แต่ยังต้องมีทักษะในการสื่อสารด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson et al. (2009) ระบุว่านักเรียนที่มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Woody (2015) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนจะสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ นักเรียนจะต้องมีการพูดคุยกันอย่างเปิดเผย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อน ภายในกลุ่มควรมีสมาชิกที่มีความสามารถและทักษะ

ความรู้แตกต่างกัน เพื่อร่วมกันสร้างและตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนจำนวน 3 คน ยังไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี แต่เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีคะแนนที่เกือบจะผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การที่นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์นั้น มีปัญหาในการทำความเข้าใจเนื้อหาอยู่บ้าง นักเรียนยังระบุปัญหาไม่ชัดเจน นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนน้อย ซึ่งส่งผลต่อการทำกิจกรรมชั้นต่าง ๆ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้นำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำไปปรับปรุงและพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคล พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 21 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากการที่ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่นักเรียนต้องระบุปัญหา โดยผู้วิจัยได้ใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยยังเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น รวมทั้งชี้แจงความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้สถานการณ์ว่ามีความสำคัญอย่างไรบ้าง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ การระบุข้อกล่าว หลักฐาน และการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง 3.95 คิดเป็นร้อยละ 98.75 คะแนนเฉลี่ยด้านหลักฐาน 3.67 คิดเป็นร้อยละ 91.75 และด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ย 3.29 คิดเป็นร้อยละ 79.75 จากข้อมูลจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supeno et al. (2017) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ เลือกใช้หลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจะให้นักเรียนมีการให้เหตุผลที่ดีขึ้น ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุข้อกล่าวอ้างมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการระบุข้อกล่าวอ้าง เป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นการเขียนคำตอบของสถานการณ์หรือข้อสรุปของคำถาม และเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนคะแนนองค์ประกอบด้านหลักฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา อาจเป็นผลจากการที่นักเรียนมีการระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้ โดยกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานในรูปแบบของข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถรวบรวมหลักฐานได้ (Faizah et al, 2018) และคะแนนองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์ระดับดี แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า คะแนนเฉลี่ยยังน้อยกว่าทั้ง 2 องค์ประกอบ โดย

การให้เหตุผลนั้นนักเรียนจะต้องเขียนการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ขั้นพัฒนาและนำเสนอ เป็นขั้นที่สำคัญที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลที่ดีขึ้นด้วยการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ ส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในขั้นนี้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนยังให้ความร่วมมือไม่ดีเท่าที่ควร จึงส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหา นั้น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นำพงษ์ จันทรโท (2563) ที่ได้กล่าวว่า ความรู้เดิมเป็นสิ่งที่มียุทธูปการให้เหตุผลของนักเรียน หากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานทำให้เห็นพัฒนาการการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนยกประเด็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน หรือยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนผ่านกระบวนการสืบเสาะ เพราะการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้น โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี (Mahanani et al, 2019) อีกทั้งการที่ครูผู้สอนมีการยกประเด็นที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนมีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี (McNeill and Krajcik, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwono et al. (2017) ได้เปรียบเทียบการรู้ชีววิทยา และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า การรู้ชีววิทยา และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐานสามารถพัฒนาการรู้ชีววิทยาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sulistina et al. (2021) ที่ทำการวิเคราะห์ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนสองกลุ่มจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยคำอธิบาย และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นคำถามปลายเปิด ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2561) ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อีกทั้งงานวิจัยของ Mahanani et al. (2019) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนจำนวน 90 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่งในเมืองมะล็ง ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบยีนยัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกฤษ ทองน้อย (2560) และ อรณิชา หงษ์เกิด (2561) ที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะถูกพัฒนาได้ต้องใช้การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ทำการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนยกประเด็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการนำวิธีการสอนโดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ควรให้ความสำคัญกับเรื่องต่อไปนี้

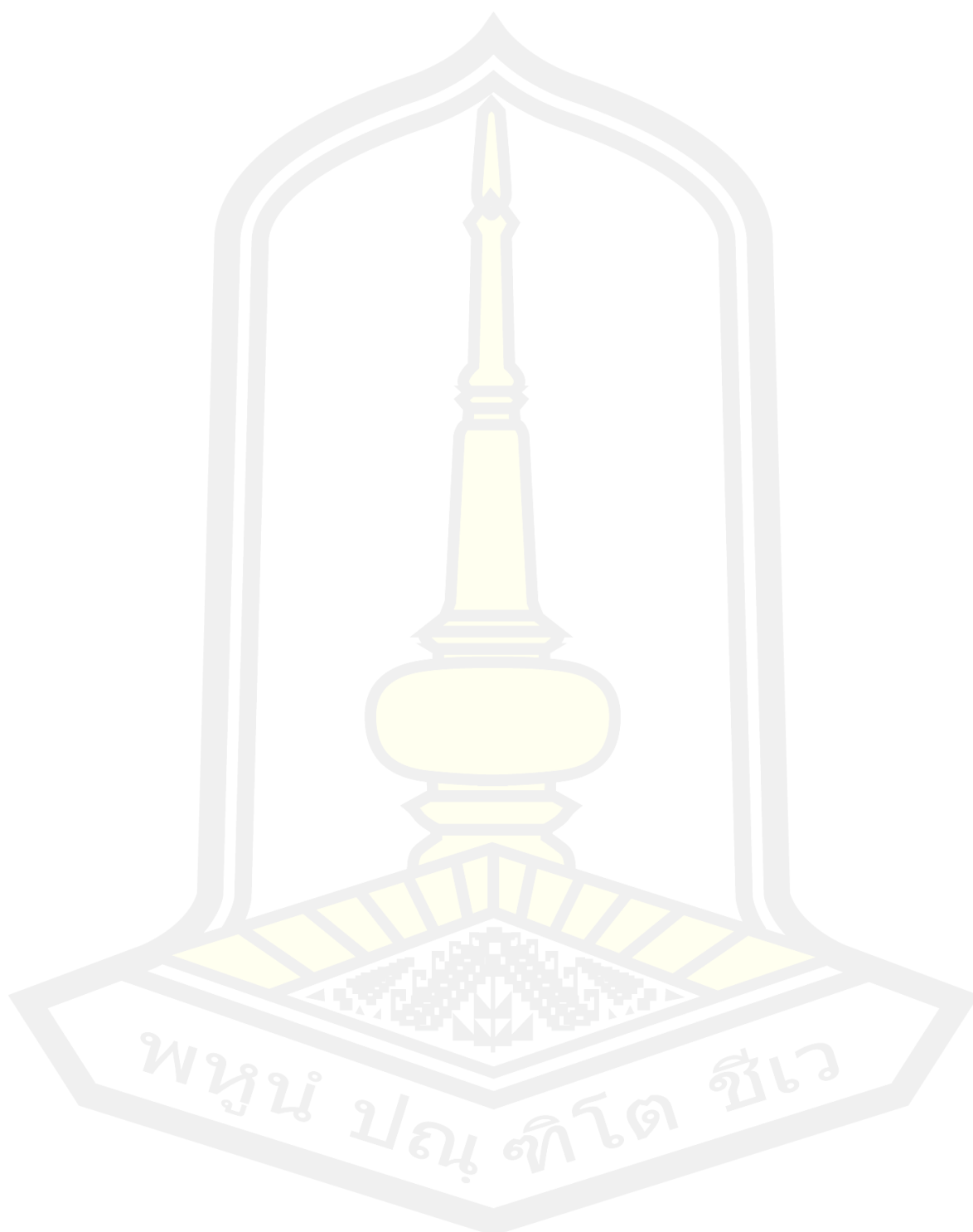
1.1 ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญในขั้นตอนที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น เนื่องจากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การที่นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

1.2 ข้อจำกัดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีความเหมาะสมกับวิธีการสอนและบริบทของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน สามารถทำให้เกิดตัวแปรตามตัวอื่น ๆ ได้ เช่น การโต้แย้ง ความเข้าใจ หรือการให้เหตุผล จากข้อเสนอแนะนี้ผู้วิจัยท่านอื่นสามารถนำไปใช้วิจัยกับตัวแปรตามอื่น ๆ ได้

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

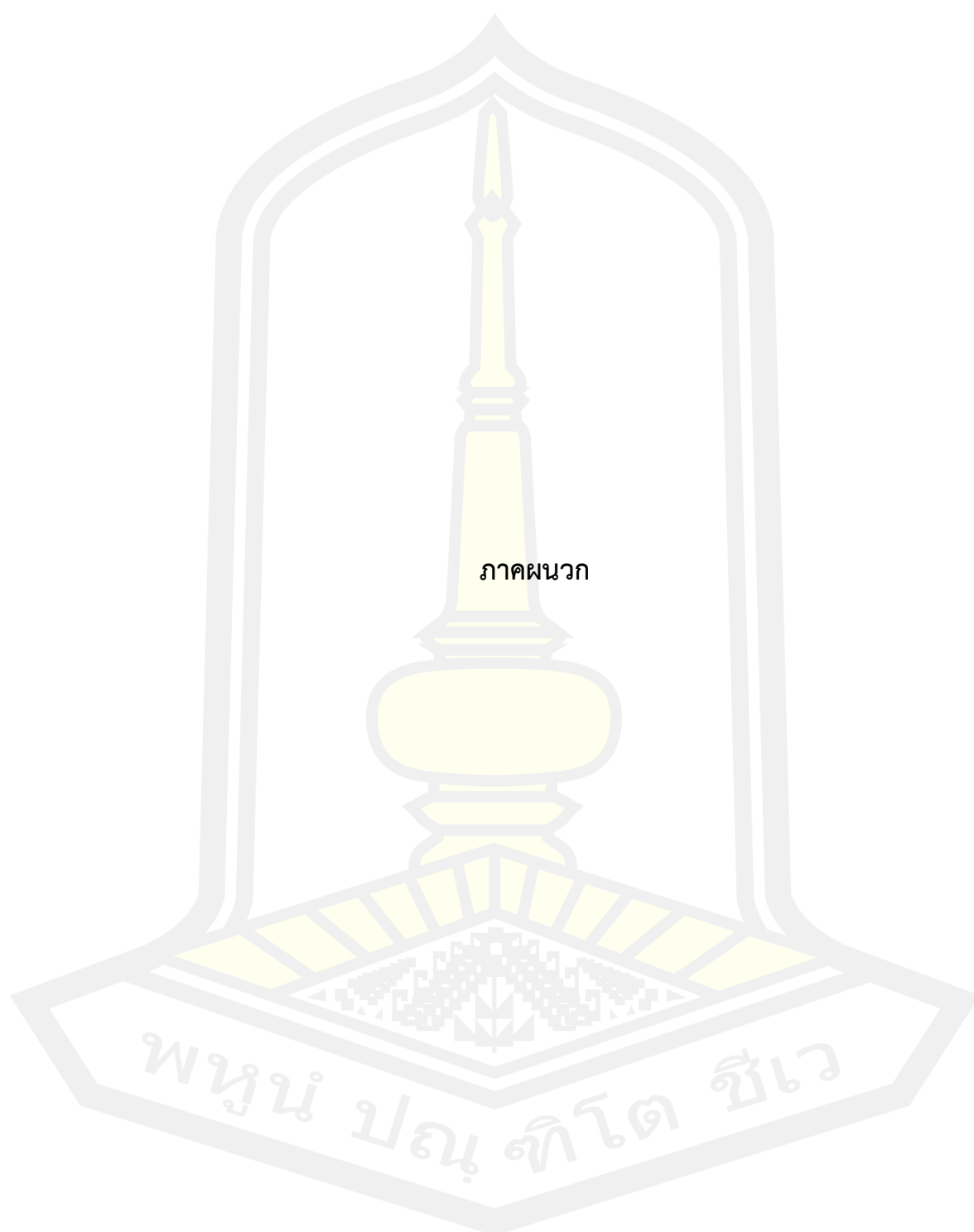
- กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2561). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบกรณีศึกษา ร่วมกับการใช้แผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ณัฐกฤษ ทองน้อย. (2560). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นำพงศ์ จันทรโท. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายสร้างเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์. การค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- บุญชม ศรีสะอาด. (2552). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. กทม: ประสานการพิมพ์
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2561). วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาธรรม.
- วณิชชา หมั่นเรียน. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ MACRO MODEL ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก (GRAPHIC ORGANIZERS). วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วาสนา ช่างเพชร. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวความคิดรูปตัววี เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนูราชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สิริพงศ์ แพทย์วงศ์. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ PRO ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในบทเรียนเรื่อง เสี่ยง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2554). สถิติเพื่อการวิจัย. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2552). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรณิชา หงษ์เกิด. (2561). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Allchin, D. (2013). Problem and case-based learning in science: An introduction to distinctions, values, and outcomes. *CBE-Life Sciences Education*, 12(3), 364-372.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc
- Autieri, Steven M., Aidin Amirshokoochi, and Mahsa Kazempour. (2021). The science-Technology-Society framework for achieving scientific literacy: An overview of the existing literature. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 75-89.
- Barkley, E. F. (2010). *Student engagement techniques: A handbook for college faculty*. The Jossey-Bass: San Francisco.
- Biological Science Curriculum Study. (2014). *Scientific explanation tool guide for teachers*.
- Elsteest, J. (2001). *The right question at the right time*. England: Heineman
- Faizah, L., Probosari, R. M., & Karyanto, P. (2018). Penerapan Problem based learning untuk meningkatkan keterampilan argumentasi lisan siswa kelas xi pada pembelajaran biologi. *Jurnal Biotek*, 6(2), 1-12.
- Gilbert, J. K. and Boulter, C. J. (2000). *Developing model in science education*, Page 193-208, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Illingworth, S., Da Silva, K. B., & Butler, A. (2012). Achieving scientific sustainability - A study into the importance of improving first year undergraduate scientific literacy in the biological sciences. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (Formerly CAL-laborate International)*, 20(2).
- Intan Mahanani, Sri Rahayu, dan Fauziatul Fajaroh. (2019). The effect of inquiry-based learning with socioscientific issue context on critical thinking skill and scientific Explanation. *Journal kependidikan*, 1(3), 53-58
- Kemmis, S., & MC Taggart, R. (1988). *The action research planer (3rd Ed.)*. Victory: Deakin University.
- Kloser, M. J. (2013). A place for the nature of biology in biology education. *Electronic Journal of Science Education*, 16(1), 16-24.
- Kuntari Eri Murti. (2013). *Pendidikan Abad 21 Dan Implementasinya Pada Pembelajaran Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Untuk Paket Keahlian Desain Interior*.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social*, 2, 34-46.
- Martin, M. (1972). *Concepts of science education: A philosophical analysis* (London: Scot Foresman)
- McCain, K. (2015). *The nature of scientific knowledge*. *Science & Education*, 24, 827–854
- McNeill, K. L. and J. Krajcik. (2006). Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context specific written scaffolds. *Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association in San Francisco*. USA
- McNeill, K. L. and J. Krajcik. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping student use evidence and reasoning, Page 121-134, Arlington, VA: *National Science Teachers Association Press*.
- McNeill, K. L. and J. Krajcik. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 55-78.

- National Research Council (NRC). 1996. *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academic Press
- Nawani, J., von Kotzebue, L., Spangler, M., & Neuhaus, B. J. (2019). Engaging students in constructing scientific explanations in biology classrooms: a lesson-design model. *Journal of Biological Education*, 53 (4), 378–389.
- Ningsi, S., A. Suhandi, I. Kaniawati, and A. Samsudin. (2019). KTG-SESC: Development of scientific explanation skills test instrument. *Journal of Physics: Conference Series* 1157(3).
- Norris S .P, Guilbert S. M, Smith M. L, Hakimelahi M and Phillips L M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science, *Science Education* 89(4), 535-63.
- Nurse, P. (2016). The importance of biology education. *Journal of Biological Education*, 50(1), 7-9.
- Ogundeji, Oluwatomisin Marvellous, Barnabas Chidi Madu, Clement Chizoba Onuya, and Enugu State. (2020). Scientific explanation of phenomenon, imagination and concept formation as correlates of students' understanding of physics concepts. *Journal of Natural Sciences Research*, 10(3), 10–19.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, Jonathan F., and Alexis Patterson. 2011. Scientific argument and explanation: A Necessary Distinction?. *Science Education*, 95(4), 627–38.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S. P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583–608. <https://doi.org/10.1002/tea.20356>
- Rybarczyk, B. J., Baines, A. T., McVey, M., Thompson, J. T., & Wilkins, H. (2007). A case-based approach increases student learning outcomes and comprehension of cellular respiration concepts. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(3), 181-186.

- Sampson, V. and Clark, D. v. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education* 90: 448-484
- Sandoval, William A. 2001. "Students' use of data as evidence in scientific explanations." *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Strevens, M. (2008). *Depth: an account of scientific explanation*. Cambridge: Harvard University Press.
- Suhandi, A. et al. (2018). Effectiveness of the use of question-driven levels of inquiry based instruction (QD-LOIBI) assisted visual multimedia supported teaching material on enhancing scientific explanation ability senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1).
- Sulistina, Oktavia, Hesti Puspitasari, and Dedek Sukarianingsih. (2021). Analysis students' scientific explanation skills using explanation driven inquiry learning on acid-base topic. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6(1), 75–81.
- Supeno, Kurnianingrum, A. M., & Cahyani, M. U. (2017). Kemampuan penalaran berbasis bukti dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pembelajaran Dan Pendidikan Sains*, 2(1), 64-78.
- Suwono, H., H. E. Pratiwi, H. Susanto, and H. Susilo. (2017). Enhancement of students' biological literacy and critical thinking of biology through socio-biological case-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 213–22.
- Thagard, P. (2008). Explanatory coherence. In E. Adler & L. J. Rips (Eds.), *Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press, 471–513
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Umoren, Grace. (2018). *Full Length Research Paper A Science – Technology – Society Paradigm and Cross River State Secondary School Students' Scientific Literacy: Problem Solving and Decision Making*. 6(5): 1–10.
- Yao, J. X., & Guo, Y. Y. (2018). Validity evidence for a learning progression of scientific explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 299–317.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2015). Exploring third-grade student model-based explanations about plant relationships within an ecosystem. *International Journal of Science Education*, 37(18), 2942–2964.





ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ เรื่อง กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2564

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะ

2. สาระการเรียนรู้

กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้

ด้านคุณลักษณะ (Attitude)

3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระสำคัญ

กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ เป็นการทำงานของเซลล์นำเสนอแอนติเจนร่วมกับลิมโฟไซต์ ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอม ในกรณีที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายไม่สามารถทำหน้าที่ได้ ซึ่งอาจเกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันหรือการได้รับเชื้อไวรัสบางชนิดก็จะส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตหรืออาจเสียชีวิตได้

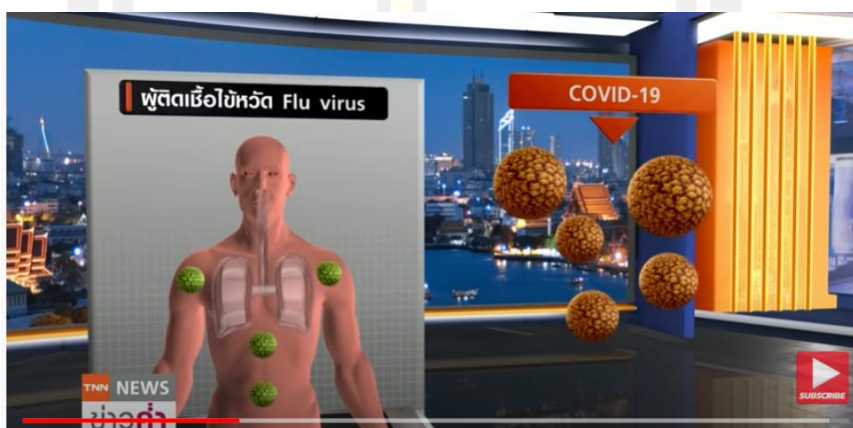
5. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา (10 นาที)

5.1.1 ครูกระตุ้นความสนใจ ดังนี้

- ครูเปิดวิดีโอทัศน์ เรื่องการติดเชื้อไวรัสโคโรนา (ที่มา:

<https://www.youtube.com/watch?v=F2p4vyifmD8>)



- จากวิดีโอทัศน์ นักเรียนคิดว่ากลไกการป้องกันโรคโควิด-19 เกี่ยวข้องกับการทำงานของเม็ดเลือดขาวกลุ่ม T-cell อย่างไร (นักเรียนร่วมพูดคุยกัน อภิปรายกัน โดยที่ครูไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง)

5.1.2 ครูนำเข้าบทเรียนเกี่ยวกับ กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ดังนี้

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในประเทศไทย พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคนี้ว่าเป็นวงกว้าง อาการทั่วไปเมื่อเชื้อไวรัสเริ่มเข้าสู่ร่างกาย เช่น มีไข้ ไอ อ่อนเพลีย สูญเสียความสามารถในการดมกลิ่นและรับรส อาการที่พบไม่บ่อย เช่น เจ็บคอ ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยเนื้อตัว ท้องเสีย มีผื่นบนผิวหนัง หรือน้ำมือนิ้วเท้าเปลี่ยนสี ตาแดงหรือระคายเคืองตา อาการรุนแรง เช่น หายใจลำบากหรือหายใจถี่ สูญเสียความสามารถในการพูดหรือเคลื่อนไหว หรือมีเหงาเจ็บหน้าอก ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ ทั้งนี้หากนักเรียนเริ่มมีอาการโดยทั่วไปควรรีบไปตรวจหาเชื้อเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อลุกลาม หรือป้องกันไม่ให้เชื้อเข้าไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันจนก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ (ที่มา: WHO)

5.1.3 เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้ว ครูใช้คำถามนำ ดังนี้
 “ปัญหาของสถานการณ์นี้ คืออะไร”

5.2 ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (20 นาที)

5.2.1 ครูแจ้งให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันระบุข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ภายในกลุ่มของตนเอง

5.2.2 ครูให้ตัวแทนกลุ่มมารับใบกิจกรรมที่ 2 เพื่อให้นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ และรับใบงานที่ 2 จากนั้นตัวแทนกลุ่มแจกใบกิจกรรมและใบงานให้เพื่อนทุกคน

5.2.3 นักเรียนพูดคุยภายในกลุ่มของตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ เพื่อลงข้อสรุปในการระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์ และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2

5.2.4 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 2 ครูถามนักเรียนว่า เพราะเหตุใดถึงเลือกปัญหานี้ ทั้งนี้ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการระบุปัญหา เพื่อให้เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียน (กรอบปัญหา: ระบบภูมิคุ้มกันป้องกันการติดเชื้อไวรัสโควิด- 19 ได้อย่างไร)

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และทำความเข้าใจกับปัญหาว่ามีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในวิชาชีววิทยา โดยนักเรียนบันทึกหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงในใบกิจกรรมที่ 2 (แนวตอบ: ระบบภูมิคุ้มกัน; กลไกการต่อต้านเชื้อโรคแบบจำเพาะ)

5.3 ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม (35 นาที)

5.3.1 เมื่อนักเรียนได้หัวข้อที่เกี่ยวข้องแล้ว นักเรียนทำการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ

5.3.2 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น มาจัดกระทำข้อมูลผ่านการพูดคุยกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และบันทึกลงในใบกิจกรรมของตนเอง อีกทั้งนำคำตอบที่ได้ตอบคำถามในใบงานที่ 2

5.3.3 ครูคอยให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ และตรวจสอบว่าข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่ อย่างไร

5.4 ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ (30 นาที)

5.4.1 นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่ม เพื่อนำข้อมูลที่ผ่านการจัดกระทำแล้วมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เกี่ยวกับกลไกการต่อต้านเชื้อโรคแบบจำเพาะว่ามีความเกี่ยวข้องอย่างไรกับปัญหาที่นักเรียนระบุ โดยที่ครูให้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

5.4.2 ครูตรวจสอบการนำเสนอของนักเรียนว่ามีการอธิบายโดยการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลอย่างไร อีกทั้งยังตรวจสอบคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 2

5.5 ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (25 นาที)

5.5.1 เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จ ครูใช้คำถาม ดังนี้

“จากขั้นที่ 2-4 นักเรียนมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง”

5.5.2 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งระบุความคิดเห็นลงในใบกิจกรรมที่ 2

5.5.3 จากนั้นครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมาสรุปทบทวนหน้าชั้นเรียน

5.5.4 ครูและนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนงานที่ 2 ทั้งนี้ครูตรวจสอบผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรม

5.5.5 ครูวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนรวมทั้งดูจากใบกิจกรรมที่ 2

6.การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (Knowledge)	1. นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบจำเพาะได้	ใบงานที่ 2	แบบประเมินใบงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (ได้ 3 คะแนนขึ้นไป)
ด้านทักษะกระบวนการ (Process)	2. นักเรียนสามารถจัดทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้	ใบกิจกรรมที่ 2	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แสดงพฤติกรรมถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ด้านคุณลักษณะ (Attitude)	3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ใบกิจกรรมที่ 2	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	ได้คะแนนพฤติกรรมร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้และอุปกรณ์

7.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 2 เรื่อง กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กลไกการต่อต้านจำเพาะ
3. เอกสารประกอบการสอนชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ใช้เฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เท่านั้น
4. อินเทอร์เน็ตสำหรับสืบค้น

8. เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการสอนชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ใช้เฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เท่านั้น

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการเรียนรู้

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไขปัญหา

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ)

ผู้สอน

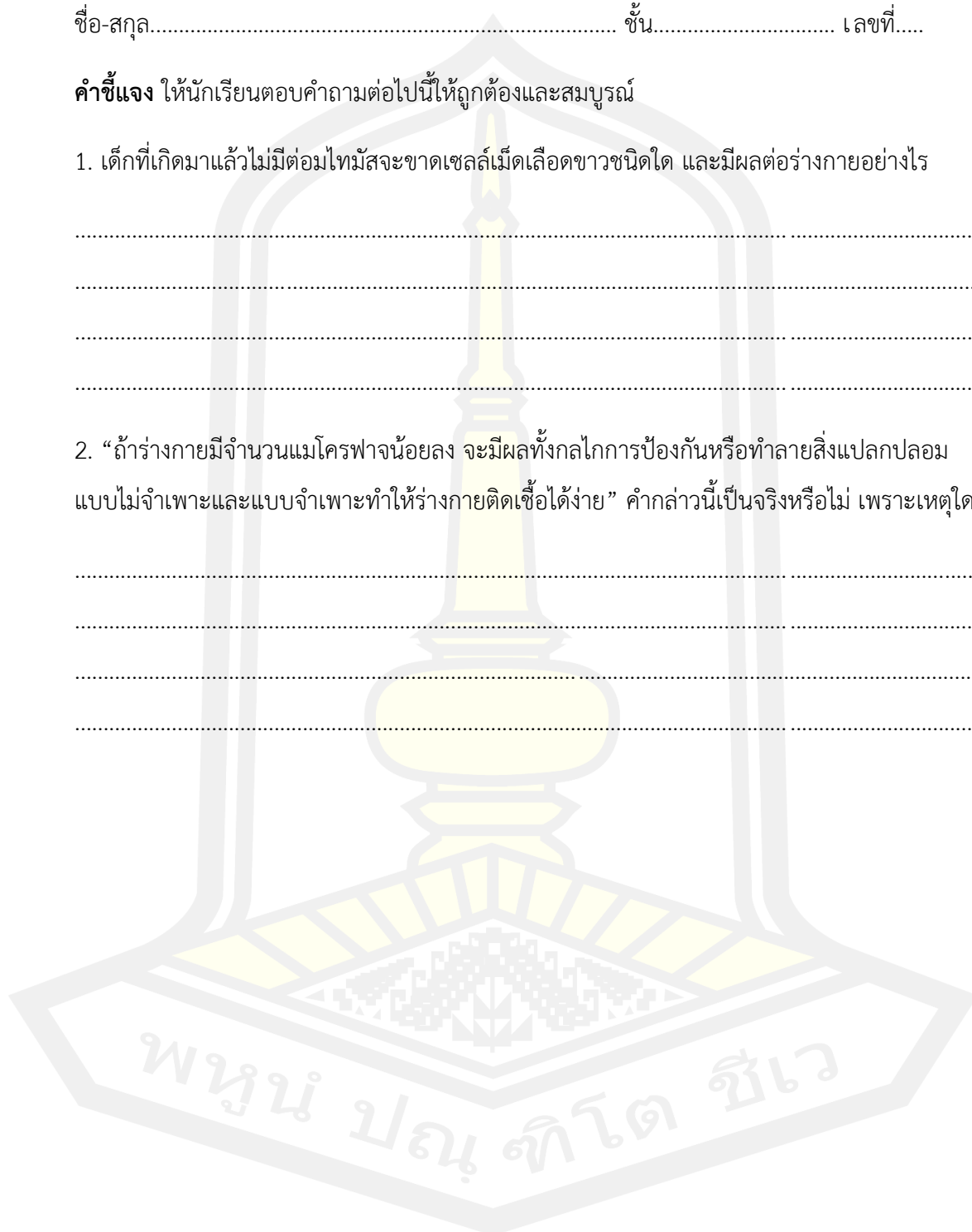
ใบงานที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. เด็กที่เกิดมาแล้วไม่มีต่อมไทมัสจะขาดเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดใด และมีผลต่อร่างกายอย่างไร

2. “ถ้าร่างกายมีจำนวนแมโครฟาจน้อยลง จะมีผลทั้งกลไกการป้องกันหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะทำให้ร่างกายติดเชื้อได้ง่าย” คำกล่าวนี้เป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด



เกณฑ์การประเมินใบงาน (K)

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ เรื่อง กลไกการต่อต้านแบบจำเพาะ

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2564

ข้อที่	รายการประเมิน		
	นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะได้		
	2	1	0
1. เด็กที่เกิดมาแล้วไม่มีต่อมไทมัสจะขาดเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดใด และมีผลต่อร่างกายอย่างไร	อธิบายถูกต้องและครบถ้วน ดังนี้ เด็กที่ไม่มีไทมัสจะไม่มีเซลล์ที่ทุกชนิด ซึ่งรวมทั้งเซลล์ที่ชนิด CD4 ที่ช่วยกระตุ้นเซลล์บีให้สร้างแอนติบอดีทำให้ประสิทธิภาพในการสร้างแอนติบอดีลดลง และไม่มีเซลล์ที่ชนิด CD8 ทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสหรือเซลล์ที่ผิดปกติอย่างจำเพาะลดลง ระบบภูมิคุ้มกันจึงอ่อนแอและมักเสียชีวิตตั้งแต่เด็ก	อธิบายถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น ดังนี้ เด็กที่ไม่มีไทมัสจะไม่มีเซลล์ที่ทุกชนิด	อธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบาย
2. “ถ้าร่างกายมีจำนวนแมโครฟาจน้อยลง จะมีผลทั้งกลไกการป้องกันหรือ	อธิบายถูกต้องและครบถ้วน ดังนี้ เป็นจริง เพราะถ้าร่างกายมีจำนวนแมโครฟาจน้อยลง จะทำให้กลไกการ	อธิบายถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น ดังนี้ เป็นจริง เพราะถ้าร่างกายมีจำนวนแมโครฟาจน้อยลง	อธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบาย

ข้อที่	รายการประเมิน		
	นักเรียนสามารถอธิบายกลไกการต่อต้านแบบไม่จำเพาะได้		
	2	1	0
ทำลายสิ่ง แปลกปลอมแบบไม่ จำเพาะและแบบ จำเพาะทำให้ร่างกาย ติดเชื้อง่าย” คำ กล่าวนี้เป็นจริง หรือไม่ เพราะเหตุใด	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมแบบ ไม่จำเพาะลดลง เนื่องจาก ประสิทธิภาพในการเกิดฟา โกไซโทซิสลดลง และการ นำเสนอชิ้นส่วนของ แอนติเจนบนผิวเซลล์ของ แมโครฟาจดลดลง ทำให้เซลล์ ทีชนิด CD4 ที่จะถูกกระตุ้น ด้วยชิ้นส่วนของแอนติเจน ลดลง ดังนั้นประสิทธิภาพใน การตอบสนองจากเซลล์ที ชนิด CD4 ลดลง ทำ ให้ ร่างกายติดเชื้อง่าย	จะทำให้กลไกการป้องกัน สิ่งแปลกปลอมแบบไม่ จำเพาะลดลง	

หมายเหตุ: ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม



ใบกิจกรรมที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 ในประเทศไทย พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคนี้ว่าเป็นวงกว้าง อาการทั่วไปเมื่อเชื้อไวรัสเริ่มเข้าสู่ร่างกาย เช่น มีไข้ ไอ อ่อนเพลีย สูญเสียความสามารถในการดมกลิ่นและรับรส อาการที่พบไม่บ่อย เช่น เจ็บคอ ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยเนื้อตัว ท้องเสีย มีผื่นบนผิวหนัง หรือนิ้วมือนิ้วเท้าเปลี่ยนสี ตาแดงหรือระคายเคืองตา อาการรุนแรง เช่น หายใจลำบากหรือหายใจถี่ สูญเสียความสามารถในการพูดหรือเคลื่อนไหว หรือมีเหงื่อออก ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ ทั้งนี้หากนักเรียนเริ่มมีอาการโดยทั่วไปควรรีบไปตรวจหาเชื้อเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อลุกลาม หรือป้องกันไม่ให้เชื้อเข้าไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันจนก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ (ที่มา: WHO)

2. จัดให้นักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

.....

.....

.....

ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนตั้งขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในวิชาชีววิทยาบ้าง

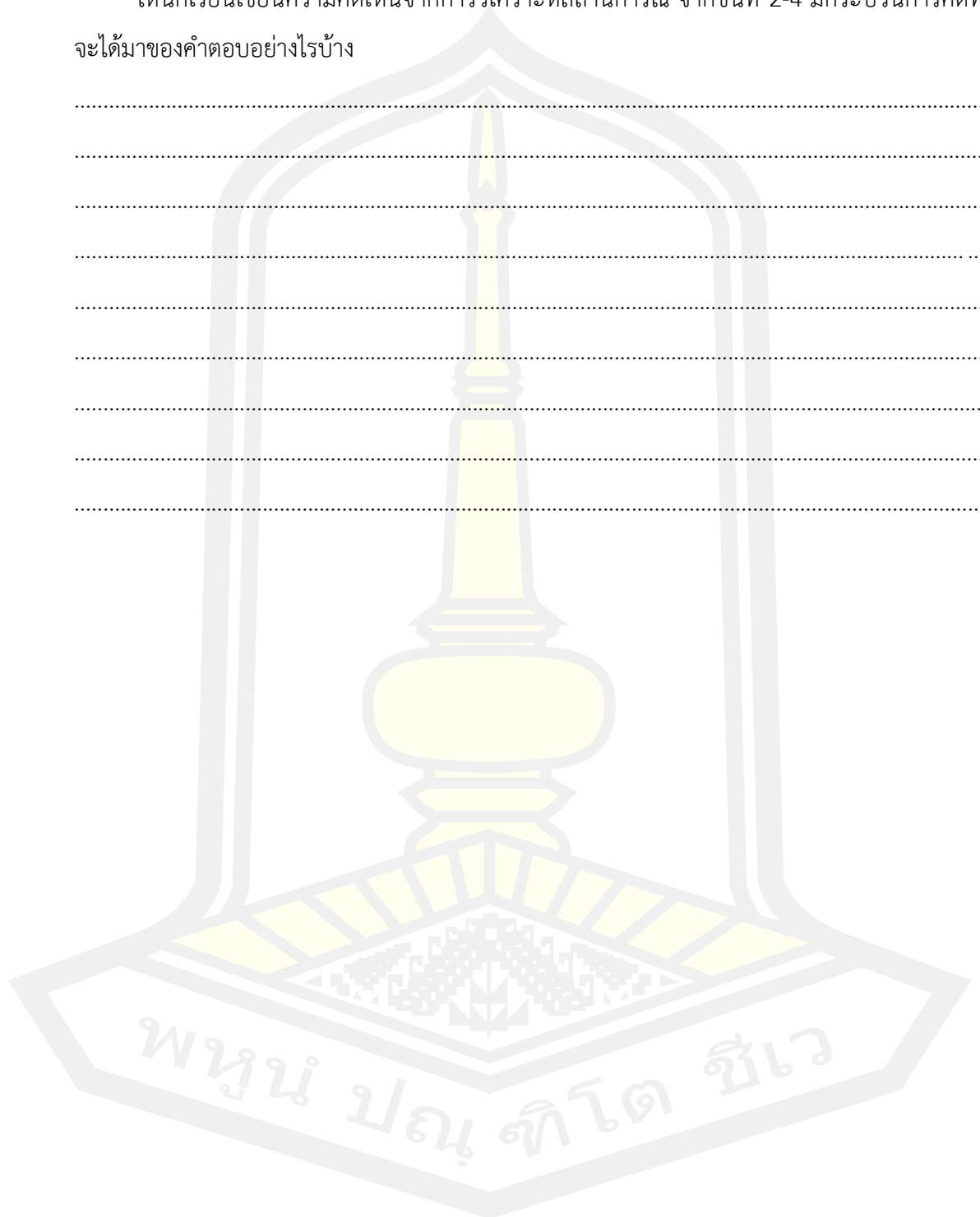
.....

.....

.....

5. ขั้นวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากขั้นที่ 2-4 มีกระบวนการคิดที่จะได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง



เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ สังเกต	พฤติกรรมที่แสดง	ระดับคะแนน		
		2	1	0
การระบุข้อ กล่าวอ้าง	1. นักเรียนมีการ สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าว อ้าง โดยการ กำหนดปัญหาจาก สถานการณ์ที่เป็น ประเด็นทางสังคม	นักเรียนมีการ สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าว อ้าง โดยการ กำหนดปัญหา สอดคล้องจาก สถานการณ์ที่เป็น ประเด็นทางสังคม	นักเรียนมีการ สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าว อ้าง โดยการ กำหนดปัญหา แต่ ปัญหาที่กำหนดไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ที่เป็น ประเด็นทางสังคม	นักเรียนไม่มีการ สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อระบุข้อกล่าว อ้าง และไม่กำหนด ปัญหาจาก สถานการณ์ที่เป็น ประเด็นทางสังคม
หลักฐาน	2. นักเรียนสืบค้น ข้อมูล สื่อสาร พูดคุยกัน เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูลมา สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	นักเรียนสามารถ นำข้อมูลมาจัด กระทำที่ สอดคล้องกับ ปัญหามาใช้ในการ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	นักเรียนสามารถ นำข้อมูลมาจัด กระทำไม่ สอดคล้องกับ ปัญหามาใช้ในการ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง	นักเรียนไม่สามารถ นำข้อมูลมาจัด กระทำเพื่อ สนับสนุนข้อกล่าว อ้างได้
การให้เหตุผล	3. นักเรียน นำเสนอด้วยการ อธิบาย ที่แสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือ แนวคิดทาง	นักเรียนสามารถ นำเสนอด้วยการ อธิบาย ซึ่งแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือ แนวคิดทาง	นักเรียนสามารถ นำเสนอด้วยการ อธิบาย ซึ่งแสดง ความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำกฎ ทฤษฎี หรือ แนวคิดทาง	นักเรียนไม่สามารถ นำเสนอด้วยการ อธิบายที่แสดงความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง โดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ด้วย การนำกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์มาใช้

ประเด็นที่ สังเกต	พฤติกรรมที่แสดง	ระดับคะแนน		
		2	1	0
	วิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้ เหตุผล	วิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้ เหตุผลสอดคล้อง กับสถานการณ์	วิทยาศาสตร์มาใช้ ประกอบในการให้ เหตุผลไม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์	ประกอบในการให้ เหตุผลไม่สอดคล้อง กับสถานการณ์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาสมดุลร่างกายระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ เรื่อง ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2564

1. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง

2. สาระการเรียนรู้

ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ

HIV

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้

ด้านคุณลักษณะ (Attitude)

3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระสำคัญ

ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV เป็นภาวะที่เกิดจากการติดเชื้อ HIV โดยเซลล์โฮสต์ (host cell) ที่เป็นเป้าหมายหลักของเชื้อ HIV คือเซลล์ชนิด CD4 เชื้อไวรัสนี้มีสารพันธุกรรมเป็น RNA เมื่อเชื้อ HIV เข้าจับกับเซลล์ที่ชนิด CD4 แล้ว ไวรัสจะปล่อย RNA เพื่อจะถอดรหัสย้อนกลับ เป็น DNA ซึ่งสามารถแทรกเข้าไปอยู่ใน DNA ของเซลล์ที่ชนิด CD4 รวมทั้งใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ในการสร้าง RNA และองค์ประกอบต่าง ๆ ของเชื้อ HIV เพิ่มเพิ่มจำนวน จากนั้นเชื้อ HIV จะทำลายเซลล์ที่ชนิด CD4 และหลุดออกไปทำลายเซลล์ที่ชนิด CD4

5. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา (10 นาที)

5.1.1 ครูถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ทำให้บุคคลนั้น ๆ ป่วยเป็นโรคเอดส์ (แนวตอบ คำตอบอาจมีหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความรู้เดิมของนักเรียน)

- ผู้ป่วยที่เป็นโรคเอดส์ ระบบภูมิคุ้มกันจะถูกทำลายได้อย่างไร (แนวตอบ คำตอบอาจมีหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความรู้เดิมของนักเรียน ทั้งนี้ครูยังไม่เฉลยคำตอบ แต่กระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง)

5.1.2 ครูนำเข้าบทเรียนเกี่ยวกับ โดยการให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข่าว ดังนี้

ในปัจจุบันสถานการณ์โรคเอดส์ประเทศไทยมีสัญญาณเตือนที่ดี ซึ่งอยู่ในสัดส่วนผู้ป่วยโรคเอดส์โดยรวมทั่วประเทศลดลง ดังนั้น ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทยจึงร่วมกับสมาคมโรคเอดส์แห่งประเทศไทย กรมควบคุมโรค คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และศูนย์วิจัยโรคเอดส์ สภากาชาดไทย จึงออกมาเปิดเผยถึง “ความก้าวหน้าการรักษา HIV ในปัจจุบัน” ในประเด็นเรื่องของสถานการณ์เอดส์และความก้าวหน้าการรักษา มาตรฐานการดูแลรักษาผู้ป่วย HIV ในประเทศไทย รวมถึงมาตรฐานและความก้าวหน้าการป้องกันการติดเชื้อ HIV จากแม่สู่ลูกในประเทศไทย HIV (Human Immunodeficiency Virus) คือ เชื้อไวรัสชนิด RNA จัดอยู่ในกลุ่มรีโทรไวรัส (Retrovirus) HIV เปลี่ยน RNA ของไวรัสเป็น DNA ซึ่งสามารถแทรก DNA เข้าไปอยู่ใน DNA เซลล์ทีชนิด CD4 มนุษย์ อย่างไรก็ตามประชาชนบางกลุ่มที่ได้รับยาต้านไวรัสเร็วตั้งแต่ติดเชื้อ HIV จะส่งผลให้ระยะเฉียบพลันสามารถควบคุมเชื้อ HIV ได้นานหลายปีหลังหยุดยาต้านไวรัส โดยตรวจไม่พบปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดด้วยการตรวจวิธีปกติ นอกจากนี้อาจจะมีปริมาณไวรัสในเลือดเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อย และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด CD4 ปกติที่แสดงถึงสภาวะการมี

5.1.3 เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้ว ครูใช้คำถามนำ ดังนี้

“นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้ คืออะไร”

5.2 ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (20 นาที)

5.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันระบุนข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ภายในกลุ่มของตนเอง

5.2.2 ครูให้ตัวแทนกลุ่มมารับใบกิจกรรมที่ 6 เพื่อให้นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้าง โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ และรับใบงานที่ 6 จากนั้นตัวแทนกลุ่มแจกใบกิจกรรมและใบงานให้เพื่อนทุกคน

5.2.3 จากนั้นนักเรียนพูดคุยภายในกลุ่มของตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ เพื่อลงข้อสรุปในการระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์ และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 6

5.2.4 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 6 ครูถามนักเรียนเป็นรายกลุ่มว่า เพราะเหตุใดถึงเลือกปัญหานี้ ทั้งนี้ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการระบุปัญหา เพื่อให้เข้ากับเนื้อหาที่จะเรียน (กรอบปัญหา: HIV เข้าไปทำลายเซลล์ทีชนิด CD4 ได้อย่างไร)

5.2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และทำความเข้าใจกับปัญหาว่ามีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้างในวิชาชีววิทยา โดยนักเรียนบันทึกหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงในใบกิจกรรมที่ 6 (แนวตอบ: โรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน; ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV)

5.3 ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม (35 นาที)

5.3.1 เมื่อนักเรียนได้หัวข้อที่เกี่ยวข้องแล้ว นักเรียนทำการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ

5.3.2 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น มาจัดกระทำข้อมูลผ่านการพูดคุยกันภายในกลุ่มของตนเองเพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และบันทึกลงในใบกิจกรรมของตนเอง อีกทั้งนำคำตอบที่ได้มาตอบคำถามในใบงานที่ 6 เป็นรายบุคคล

5.3.3 ครูคอยให้คำแนะนำระหว่างที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ และตรวจสอบว่าข้อมูลที่นักเรียนนำมาสอดคล้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่ อย่างไร

5.4 ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ (30 นาที)

5.4.1 นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่ม เพื่อนำข้อมูลที่ผ่านการจัดกระทำแล้วมานำเสนอ โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เกี่ยวกับภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV ว่ามีความเกี่ยวข้องอย่างไรกับปัญหาที่นักเรียนระบุ โดยที่ครูให้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

5.4.2 ครูตรวจสอบการนำเสนอของนักเรียนว่ามีการอธิบายโดยการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลอย่างไร อีกทั้งยังตรวจสอบคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 6

5.5 ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (25 นาที)

5.5.1 เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จ ครูใช้คำถาม ดังนี้

“จากขั้นที่ 2-4 นักเรียนมีการได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง”

5.5.2 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งระบุนความคิดเห็นลงในใบกิจกรรมที่ 6

5.5.3 จากนั้นครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมาสรุปทบทวนหน้าชั้นเรียน

5.5.4 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 6 ทั้งนี้ครูตรวจสอบผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรม

5.5.5 ครูวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนรวมทั้งดูจากใบกิจกรรมที่ 6

6.การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (Knowledge)	1. นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	ใบงานที่ 6	แบบประเมินใบงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (ได้ 3 คะแนนขึ้นไป)
ด้านทักษะกระบวนการ (Process)	2. นักเรียนสามารถจัดกระทำข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้	ใบกิจกรรมที่ 6	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แสดงพฤติกรรมถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ด้าน คุณลักษณะ (Attitude)	3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ใบกิจกรรมที่ 6	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	ได้คะแนนพฤติกรรมร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้และอุปกรณ์

7.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 6 เรื่อง ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV
2. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV

3. เอกสารประกอบการสอนชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ใช้เฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เท่านั้น

4. อินเทอร์เน็ตสำหรับสืบค้น

8. เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการสอนชีววิทยา 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ใช้เฉพาะโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เท่านั้น

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ)

(ผู้สอน)

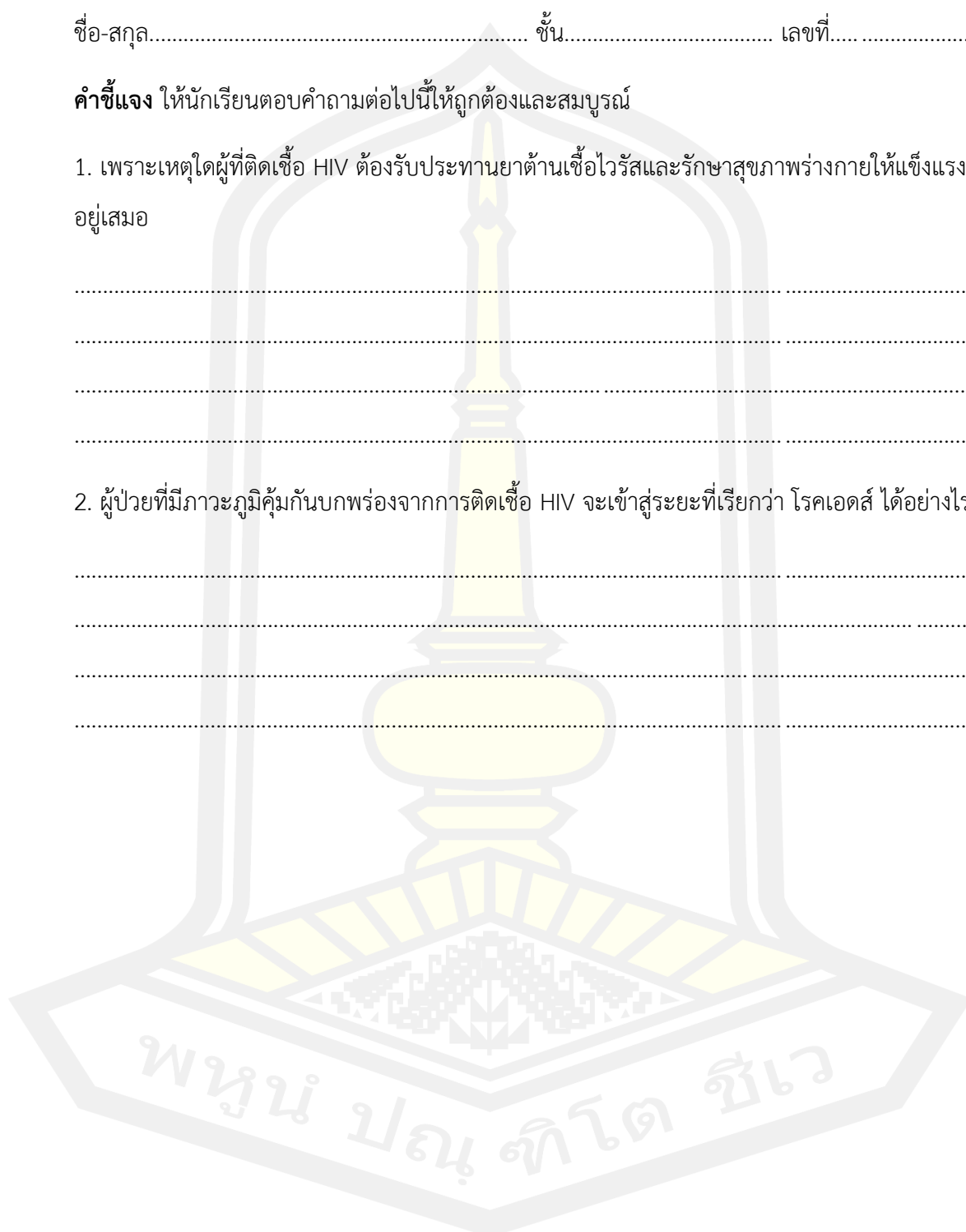
ใบงานที่ 6

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. เพราะเหตุใดผู้ที่ติดเชื้อ HIV ต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัสและรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ

2. ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV จะเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า โรคเอดส์ ได้อย่างไร



เกณฑ์การประเมินใบงาน (K)

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาสมดุร่างกายระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ เรื่องภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 คาบ

ภาคเรียนที่

2/2564

ข้อที่	รายการประเมิน		
	นักเรียนสามารถอธิบายความผิดปกติที่ทำให้เกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV		
	2	1	0
1. เพราะเหตุใดผู้ที่ติดเชื้อ HIV ต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัสและรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ	อธิบายถูกต้องและครบถ้วน ดังนี้ เพราะยาต้านเชื้อ HIV จะเข้าไปยับยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัส ส่งผลให้เซลล์ทีชนิด CD4 ไม่ถูกทำลาย ส่วนการรักษาสุขภาพร่างกายจะช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายฟื้นตัวและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้ไม่ป่วยหรือติดเชื้ออื่นๆ ได้ง่าย	อธิบายถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น ดังนี้ เพราะยาต้านเชื้อ HIV จะเข้าไปยับยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัส	อธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบาย
2. ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV จะเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า โรคเอดส์ ได้อย่างไร	อธิบายถูกต้องและครบถ้วน ดังนี้ จำนวนเซลล์ทีชนิด CD4 ต่ำ	อธิบายถูกต้องแต่ไม่ครบทุกประเด็น ดังนี้ จำนวนเซลล์ทีต่ำ	อธิบายไม่ถูกต้อง

หมายเหตุ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ใบกิจกรรมที่ 6

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และตอบคำถามทุกข้อ

ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

ในปัจจุบันสถานการณ์โรคเอดส์ประเทศไทยมีสัญญาณเตือนที่ดี ซึ่งอยู่ในสัดส่วนผู้ป่วยโรคเอดส์โดยรวมทั่วประเทศลดลง ดังนั้น ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทยจึงร่วมกับสมาคมโรคเอดส์แห่งประเทศไทย กรมควบคุมโรค คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และศูนย์วิจัยโรคเอดส์ สภากาชาดไทย จึงออกมาเปิดเผยถึง “ความก้าวหน้าการรักษา HIV ในปัจจุบัน” ในประเด็นเรื่องของสถานการณ์เอดส์และความก้าวหน้าการรักษา มาตรฐานการดูแลรักษาผู้ป่วย HIV ในประเทศไทย รวมถึงมาตรฐานและความก้าวหน้าการป้องกันการติดเชื้อ HIV จากแม่สู่ลูก ในประเทศไทย HIV (Human Immunodeficiency Virus) คือ เชื้อไวรัสชนิด RNA จัดอยู่ในกลุ่มรีโทรไวรัส (Retrovirus) HIV เปลี่ยน RNA ของไวรัสเป็น DNA ซึ่งสามารถแทรก DNA เข้าไปอยู่ใน DNA เซลล์ทีชนิด CD4 มนุษย์ อย่างไรก็ตามประชาชนบางกลุ่มที่ได้รับยาต้านไวรัสเร็วตั้งแต่ติดเชื้อ HIV จะส่งผลให้ระยะเฉียบพลันสามารถควบคุมเชื้อ HIV ได้นานหลายปีหลังหยุดยาต้านไวรัส โดยตรวจไม่พบปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดด้วยการตรวจวิธีปกติ นอกจากนี้อาจจะมีปริมาณไวรัสในเลือดเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อย และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด CD4 ปกติที่แสดงถึง

2. ขั้นจัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์
ปัญหาของสถานการณ์ คือ

.....

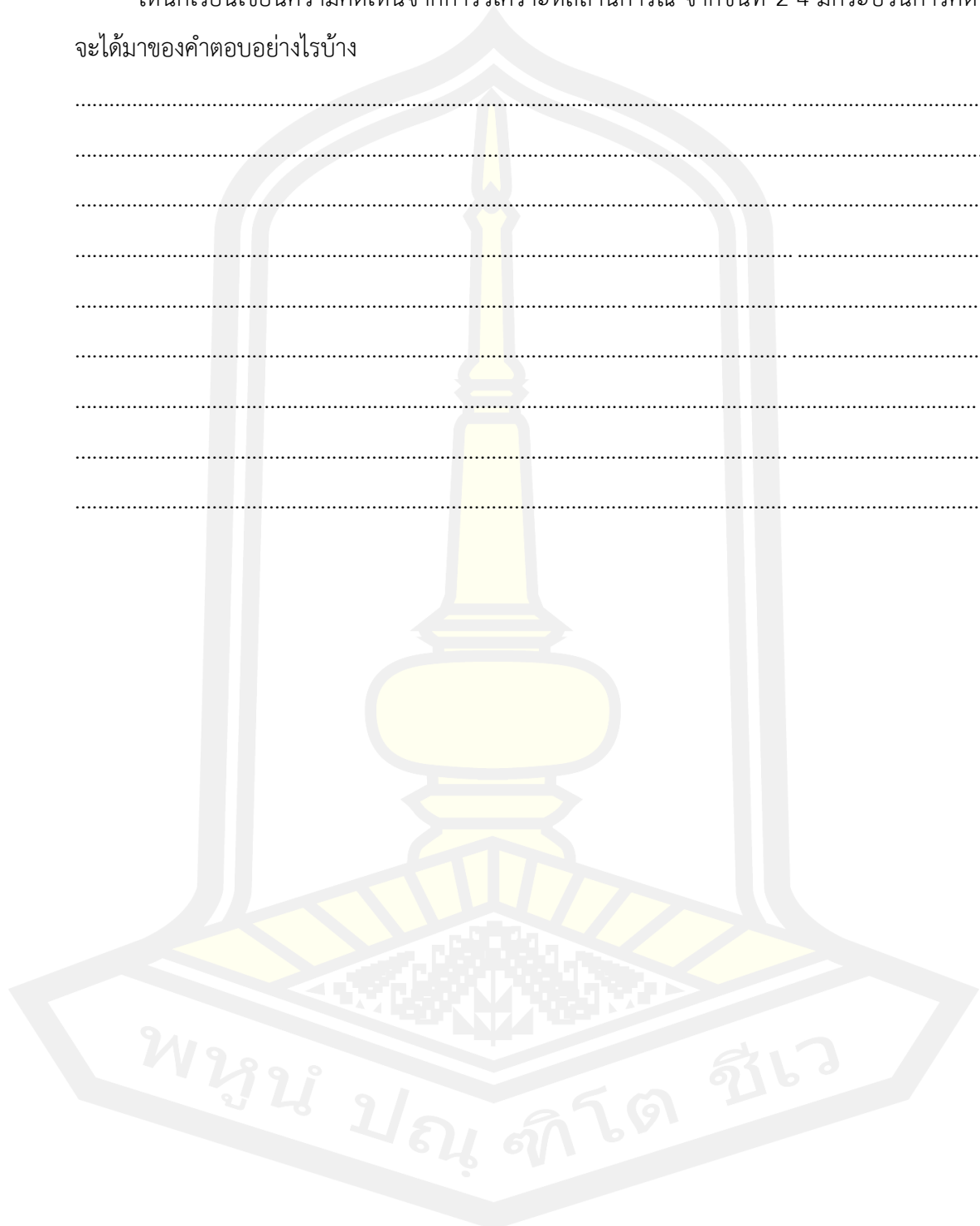
.....

.....

.....

5. ขั้นวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากขั้นที่ 2-4 มีกระบวนการคิดที่จะได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง





ตัวอย่างแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

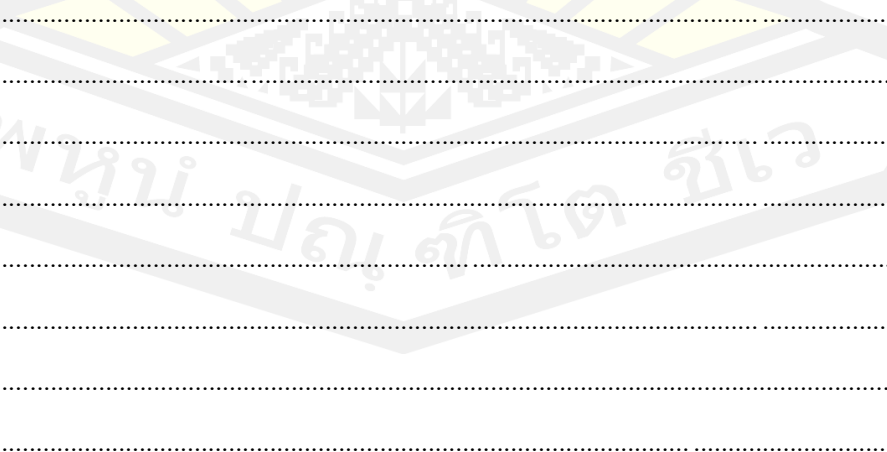
ข้อ 1

กรณีของน้ำค่อม ขวนขึ้น เป็นบทเรียนที่สำคัญที่จะทำให้ทุกคนตระหนักรู้ และระมัดระวังตัวเองมากขึ้น เพราะถึงแม้ว่าเชื้อไวรัสโคโรนาจะไม่นับเป็นเชื้อโรคที่มีความรุนแรงที่สุด แต่เพราะเป็นเชื้อที่ติดง่าย และในบางคนที่ไม่แข็งแรงก็ไม่ว่าจะรับมือกับเชื้อไวรัสนี้ได้ เชื้อไวรัสนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้นกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม ซึ่งเราเรียกสิ่งแปลกปลอมนี้ว่า แอนติเจน (antigen) โดยแอนติเจนจะถูกทำลายโดยแมโครฟาจ (macrophage) ด้วยวิธีการฟาโกไซโทซิส ทำให้เกิดขึ้นส่วนของแอนติเจน ชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกนำเสนอบนโปรตีนของแมโครฟาจ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานของลิมโฟไซต์และเซลล์อื่น ๆ ในระบบภูมิคุ้มกันให้ทำงานประสานกันในการกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

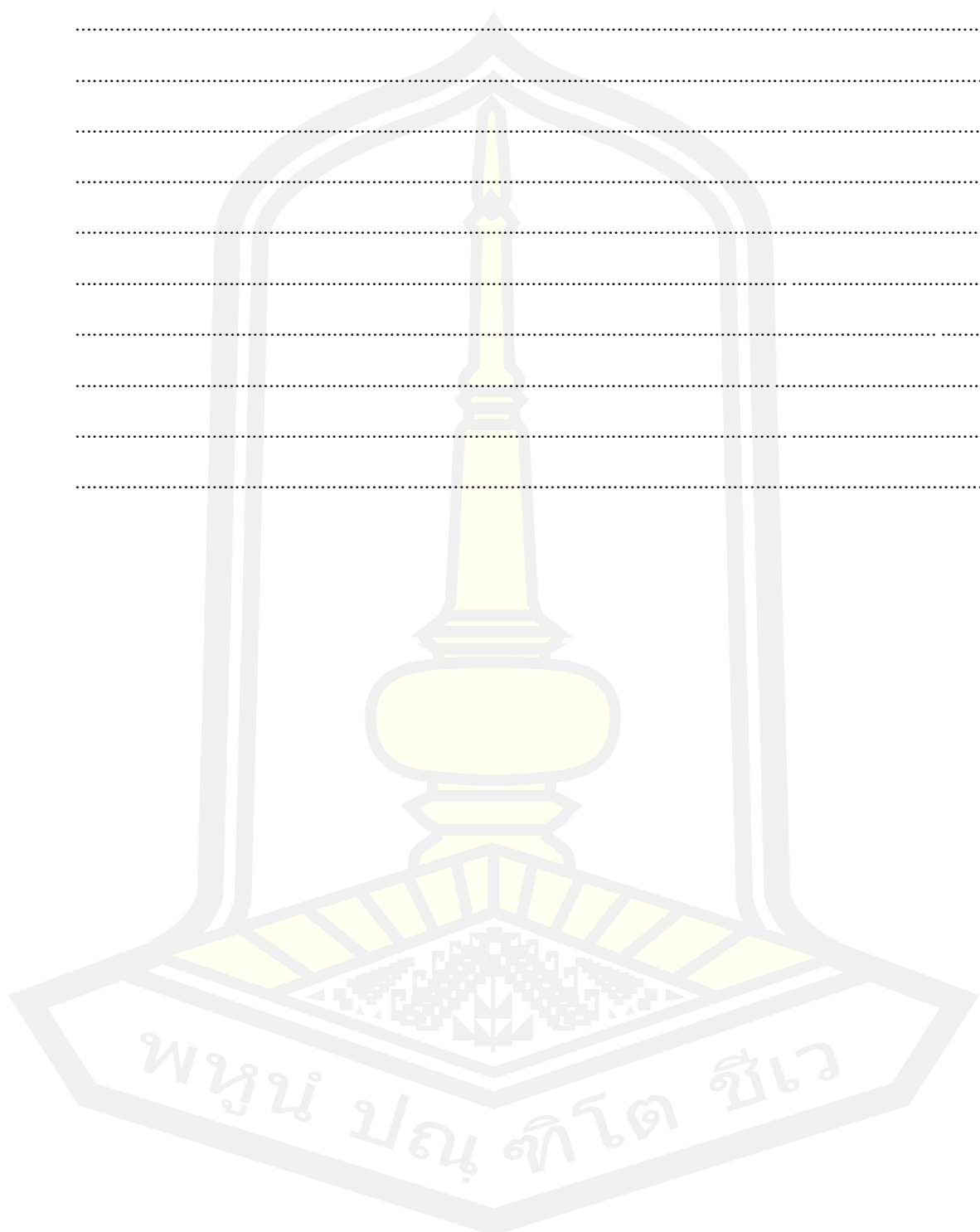
1. จากสถานการณ์เป็นการกำจัดเชื้อโรคด้วยวิธีการใด (ข้อกล่าวอ้าง)



2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)



3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)



ข้อ 2

กรมควบคุมโรครายงานว่า ประชาชนควรฉีดวัคซีนป้องกันเชื้อไข้หวัดใหญ่ทุกๆ ปี เพราะในแต่ละปีมีการแพร่ระบาดของสายพันธุ์เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่แตกต่างกันไป และวัคซีนที่ผลิตออกมานั้นไม่สามารถป้องกันได้ครอบคลุมทุกสายพันธุ์ หากได้รับวัคซีนป้องกันโรคใดโรคหนึ่งแล้ว ยังมีโอกาสเป็นโรคนั้นอีก ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลานานในการสร้างแอนติบอดี แต่เมื่อสร้างแล้วจะอยู่กับร่างกายเราได้ไม่นาน

1. จากสถานการณ์เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันชนิดใด (ข้อกล่าวอ้าง)

.....

.....

.....

.....

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์ประเมินแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
1	ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน ดังนี้ กลไกการต่อต้านเชื้อโรคแบบจำเพาะ	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ กลไกการต่อต้านเชื้อโรค	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง
	หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า มีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน และลิมโฟไซต์	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า มีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน	ระบุหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง หรือไม่ระบุหลักฐาน
	การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ดังนี้ การกำจัดเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน และลิมโฟไซต์เป็นกลไกการต่อต้านเชื้อโรคแบบจำเพาะ เมื่อแอนติเจน หรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย แอนติเจนจะไปกระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ ได้แก่ เซลล์บี จากนั้นเซลล์บีจะพัฒนาไปเป็นเซลล์พลาสมา ที่ทำหน้าที่ในการสร้าง	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ การกำจัดเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอนติเจน เป็นกลไกการต่อต้านเชื้อโรคเมื่อแอนติเจน หรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย แอนติเจนจะไปกระตุ้นให้เม็ดเลือด	ระบุเหตุผลที่ไม่สอดคล้อง ระหว่างการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ระบุเหตุผล

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
		แอนติบอดี เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม และพัฒนาไปเป็นเซลล์ความจำ ทำหน้าที่เตรียมความพร้อมเพื่อมีแอนติเจนเข้าสู่ร่างกายอีกครั้ง จากนั้นจะแบ่งตัวไปเป็นเซลล์พลาสมา เพื่อหลั่งแอนติบอดี และเซลล์ที่ CD4 จะไปกระตุ้นเซลล์บี และ CD8 เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม ซึ่งเป็นกลไกการกำจัดสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ	ชาวกลุ่มลิมโฟไซต์ ได้แก่ เซลล์บี และเซลล์ที่ CD4 เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม ซึ่งเป็นกลไกการกำจัดสิ่งแปลกปลอม	
2	ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน ดังนี้ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองเป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับแอนติเจนเข้าไปแล้วจะสร้างแอนติบอดี	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเอง	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง
	หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า ควรฉีดวัคซีนป้องกันเชื้อไข้หวัดใหญ่ทุกๆ ปี เพราะในแต่ละปีมีการแพร่ระบาดของสายพันธุ์เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่แตกต่างกันไป และวัคซีนที่ผลิตออกมานั้นไม่สามารถป้องกันได้ครอบคลุม	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน ดังนี้ การฉีดวัคซีน จะต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างแอนติบอดี แต่เมื่อสร้างแล้วจะอยู่กับร่างกายเราได้นาน	ระบุหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง หรือไม่ระบุหลักฐาน

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
		ทุกสายพันธุ์ จะต้องใช้ระยะเวลา เวลานานในการสร้าง แอนติบอดี แต่เมื่อสร้างแล้วจะ อยู่กับร่างกายเรานาน		
	การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการ เชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ดังนี้ การฉีดวัคซีน เป็นการ เตรียมพร้อมที่จะตอบสนองต่อ แอนติเจนอย่างรวดเร็ว ซึ่ง เรียกว่า เป็นการสร้างภูมิคุ้มกัน แบบก่อเอง เนื่องจากเป็น ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกาย ได้รับแอนติเจนเข้าไปแล้วจะ สร้างแอนติบอดี ร่างกายจะมี การสร้างเซลล์ความจำที่มี ความจำเพาะต่อแอนติเจน เมื่อ ได้รับแอนติเจนก็จะสามารถ กระตุ้นให้เซลล์บีสร้าง แอนติบอดี ซึ่งจะใช้เวลา ในการสร้างนาน แต่เมื่อสร้าง แล้วจะอยู่กับร่างกายได้นาน	ระบุเหตุผลที่สอดคล้อง โดยการเชื่อมโยง หลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยใช้หลักการ ทางวิทยาศาสตร์ไม่ ครบถ้วน ดังนี้ การฉีด วัคซีน เป็นการ เตรียมพร้อมที่จะ ตอบสนองต่อ แอนติเจนอย่างรวดเร็ว ซึ่งเรียกว่า เป็นการ สร้างภูมิคุ้มกันแบบก่อ เอง	ระบุเหตุผลที่ไม่ สอดคล้อง ระหว่าง การเชื่อมโยง หลักฐานและข้อ กล่าวอ้างโดยใช้ หลักการทาง วิทยาศาสตร์ หรือไม่ ระบุเหตุผล

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ข้อ 1

นางสาว ก เป็นพนักงานบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง คืบก่อนได้ไปงานเลี้ยงต้อนรับพนักงานใหม่ ในงานนั้นมีการเลี้ยงสังสรรค์ พบว่ามีอาหารจำนวนมาก เช่น อาหารทะเล อาหารพื้นบ้าน เป็นต้น รุ่งเช้าขณะที่เธอออกไปทำงาน พบว่าตนเองนั้นมีผื่นขึ้นตามผิวหนัง คันตา คันจมูก เธอสันนิษฐานว่าเกิดจากการรับประทานอาหารในงานเมื่อคืน จึงแวะซื้อยาเพื่อบรรเทาอาการดังกล่าว เธอได้แจ้งอาการให้เภสัชกรฟัง จากนั้นเภสัชกรได้ให้ยาแอนติฮิสตามีน (antihistamine) และยังให้คำแนะนำเพื่อเป็นการป้องกัน และหลีกเลี่ยงการเกิดอาการดังกล่าว เช่น หลีกเลี่ยงการได้รับสารก่อภูมิแพ้ รักษาร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ออกกำลังกายและพักผ่อนให้เพียงพอ

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นางสาว ก เป็นโรคอะไร และโรคดังกล่าวเกิดได้อย่างไร (ชื่อกว่าอ้าง)

.....

.....

.....

.....

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

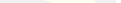


ข้อ 2

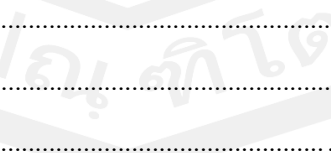
ประชากรไทยติดเชื้อ HIV (Human Immunodeficiency Virus) สูงสุดใน 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ใช้ยาเสพติดชนิดฉีดเข้าเส้น กลุ่มหญิงขายบริการทางเพศทางตรง กลุ่มหญิงขายบริการทางเพศแฝง กลุ่มชายที่มาตรวจหาโรค กลุ่มชายขายบริการทางเพศ กลุ่มหญิงที่มาฝากครรภ์ กลุ่มโลหิตบริจาค และกลุ่มชายไทยที่เข้าเป็นทหารประจำการ ปัจจุบันกรุงเทพมหานครได้คาดการณ์ว่ามีผู้ติดเชื้อ HIV ที่มีชีวิตอยู่ในปี 2562 จำนวน 77,558 คน เป็นผู้ติดเชื้อ HIV รายใหม่จำนวน 1,190 คน ในจำนวนผู้ติดเชื้อ HIV รายใหม่เป็นกลุ่มเยาวชนที่มีอายุน้อยกว่า 25 ปี จำนวน 628 คน และมีผู้เสียชีวิตภายในปี 2562 จำนวน 1,877 คน โดย HIV เป็นเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง รวมทั้งโรคเอดส์ (AIDS : Acquired Immune Deficiency Syndrome) ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายของการติดเชื้อ HIV ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำและอาจมีโรคแทรกซ้อนได้ เชื้อ HIV จะเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่ง ที่เป็นศูนย์กลางการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งเป็นเม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ ส่งผลให้ภูมิคุ้มกันโรคของร่างกายลดต่ำลง ทำให้มีโอกาสเกิดการติดเชื้อโรคฉวยโอกาสต่าง ๆ เช่น วัณโรค ปอดบวม เยื่อหุ้มสมองอักเสบ เป็นต้น

ที่มา: <https://www.hfocus.org/content/2020/05/19271>

1. จากเหตุการณ์ดังกล่าวเชื้อ HIV จะเข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาวชนิดใด (ข้อกล่าวอ้าง)


 Türkiye Cumhuriyeti
 Millî Eğitim Bakanlığı

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)



พหุ ม ประ โท ชีวะ

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

.....

.....

.....

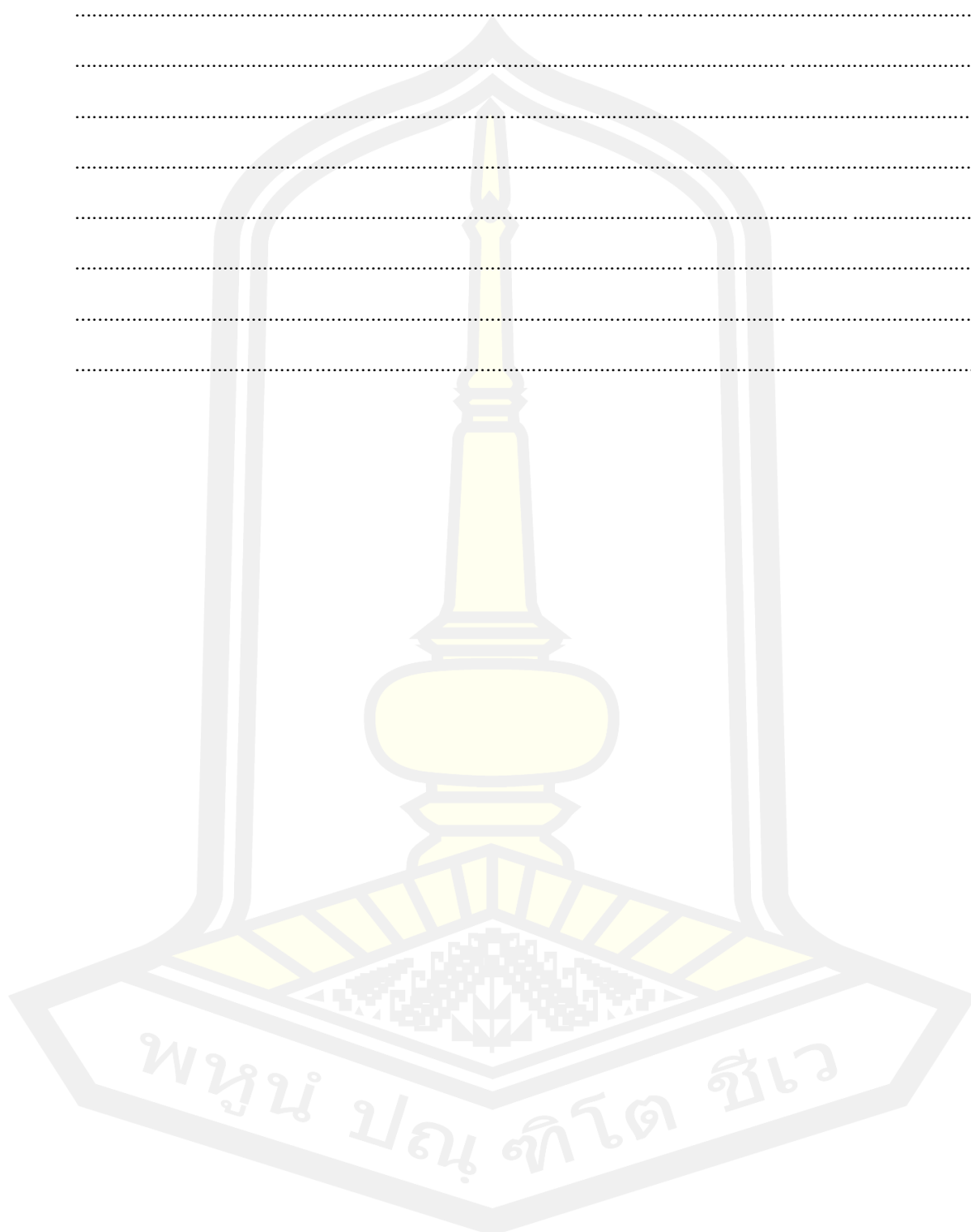
.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์ประเมินแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
1	ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน ดังนี้ โรคภูมิแพ้ ซึ่งเกิดจากระบบภูมิคุ้มกันมีการตอบสนองต่อแอนติเจนมากเกินไป	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ โรคภูมิแพ้	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง
	หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า เกล็ดกรให้ยาแอนติฮิสตามีน และให้คำแนะนำว่าควรหลีกเลี่ยงสารก่อภูมิแพ้	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า เกล็ดกรให้ยาแอนติฮิสตามีน หรือ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่า เกล็ดกรแนะนำให้หลีกเลี่ยงสารก่อภูมิแพ้	ระบุหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง หรือไม่ระบุหลักฐาน
	การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ดังนี้ ยาแอนติฮิสตามีนจะไปยับยั้งอาการแพ้ของคนที่เป็นโรคภูมิแพ้ ซึ่งโรคนี้เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันมีการตอบสนองต่อแอนติเจนมากเกินไป เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้ เซลล์บีจะพัฒนาเป็น	ระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ ยาแอนติฮิสตามีนจะไปยับยั้งอาการแพ้ของคนที่เป็นโรคภูมิแพ้ เมื่อร่างกายได้รับสารก่อภูมิแพ้ เซลล์บีจะ	

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
		เซลล์พลาสมาและสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้ แอนติบอดีที่สร้างจะไปเกาะที่ผิวของเซลล์แมสต์ เมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้ชนิดเดิมอีกครั้งจะกระตุ้นให้เซลล์แมสต์และเบโซฟิลหลั่งฮิสตามีน ดังนั้นจึงต้องให้ยาแอนติฮิสตามีน	พัฒนาเป็นเซลล์พลาสมาและสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อสารก่อภูมิแพ้ แอนติบอดีที่สร้างจะไปเกาะที่ผิวของเซลล์แมสต์ เมื่อได้รับสารก่อภูมิแพ้ชนิดเดิมอีกครั้งจะกระตุ้นให้เซลล์แมสต์ และเบโซฟิลหลั่งฮิสตามีน	
2	ข้อกล่าวอ้าง	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์อย่างครบถ้วน ดังนี้ เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ คือ เซลล์ทีชนิด CD4	ระบุข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสถานการณ์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์	ระบุข้อกล่าวอ้างไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ หรือไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง
	หลักฐาน	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่าเม็ดเลือดขาวชนิดนี้เป็นศูนย์กลางการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งเป็นเม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์	ระบุหลักฐานที่สอดคล้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างไม่ครบถ้วน ดังนี้ จากสถานการณ์ให้ข้อมูลว่าเม็ดเลือดขาวชนิดนี้เป็นศูนย์กลางการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน	ระบุหลักฐานที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง หรือไม่ระบุหลักฐาน
	การให้เหตุผล	ระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าว	ระบุเหตุผลที่สอดคล้องโดยการเชื่อมโยง	ระบุเหตุผลที่ไม่สอดคล้อง ระหว่าง

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		2	1	0
		อ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ดังนี้ เม็ดเลือดขาวที่เป็นศูนย์กลางการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน คือ เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ คือ เซลล์ทีชนิด CD4 โดยเชื้อ HIV จะไปจับกับเซลล์ทีชนิด CD4 จากนั้นเชื้อ HIV จะปล่อย RNA และถอดรหัสย้อนกลับเป็น DNA ส่งผลให้ DNA ของเชื้อ HIV แทรกเข้ารวมกับ DNA ของเซลล์ทีชนิด CD4 จึงมีการสร้าง RNA และองค์ประกอบต่าง ๆ ของเชื้อ HIV เพิ่มจำนวน และจะไปทำลายเซลล์ทีชนิด CD4	หลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ครบถ้วน ดังนี้ เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ คือ เซลล์ทีชนิด CD4 โดยเชื้อ HIV จะไปจับกับเซลล์ทีชนิด CD4 ส่งผลให้เซลล์ที CD4 ถูกทำลาย	การเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่ระบุเหตุผล



[illegible][illegible][illegible][illegible]

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

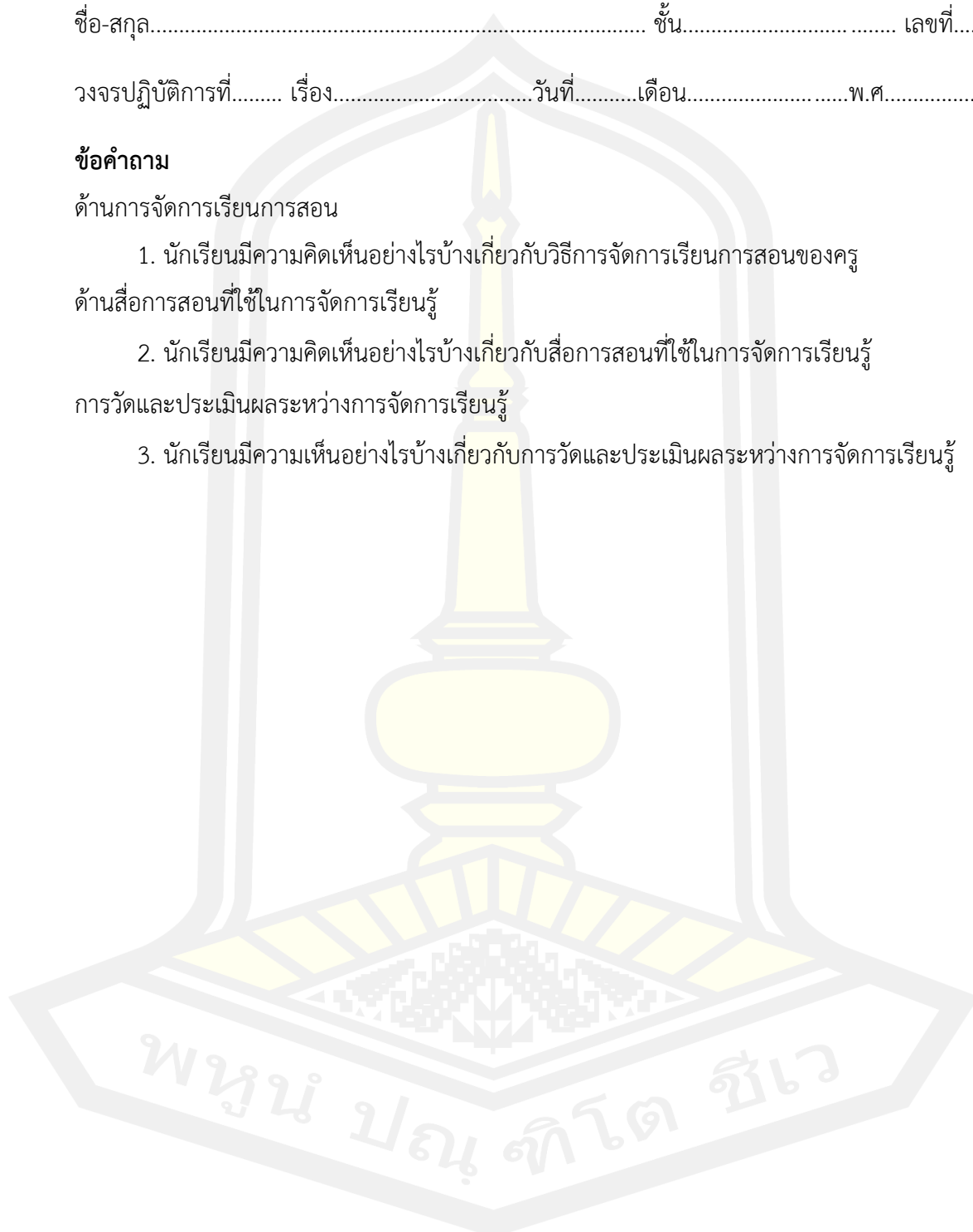
ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่....

วงจรปฏิบัติการที่..... เรื่อง..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้อคำถาม

ด้านการจัดการเรียนการสอน

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนของครู
ด้านสื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
การวัดและประเมินผลระหว่างการจัดการเรียนรู้
3. นักเรียนมีความเห็นอย่างไรบ้างเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลระหว่างการจัดการเรียนรู้



อนุทินสะท้อนความคิดจากกิจกรรม

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

วงจรปฏิบัติการที่..... เรื่อง..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง อนุทินนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสะท้อนคิดว่าระหว่างการจัดการเรียนการสอนในคาบนั้น ๆ
ตนเองมีวิธีการได้มาของคำตอบอย่างไร โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการ
ปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หากจะระบุข้อกล่าวอ้างโดยการกำหนดปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนมีวิธีการวิเคราะห์
สถานการณ์เพื่อกำหนดปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม

หากจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

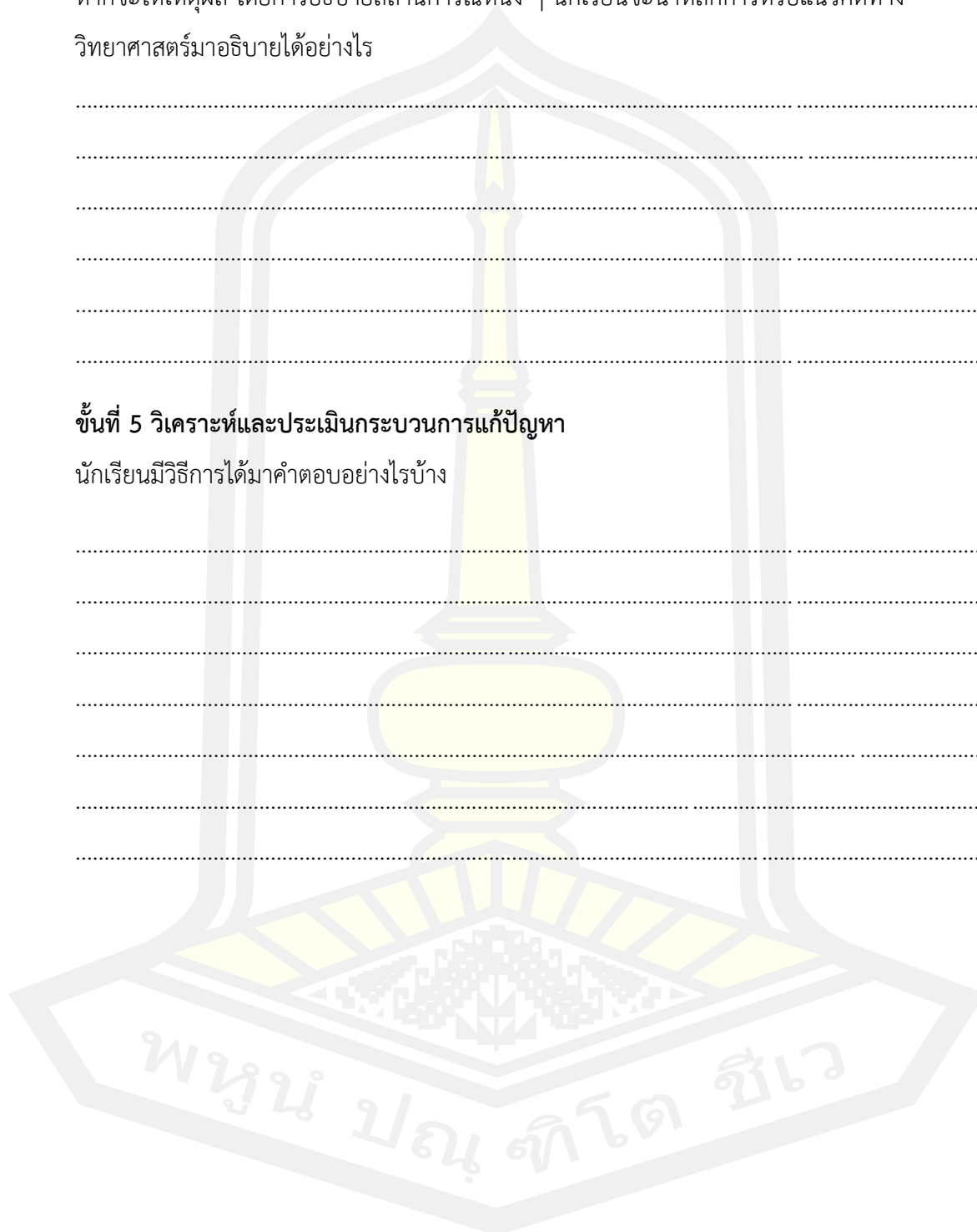
.....

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ

หากจะให้เหตุผล โดยการอธิบายสถานการณ์หนึ่ง ๆ นักเรียนจะนำหลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายได้อย่างไร

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

นักเรียนมีวิธีการได้มาคำตอบอย่างไรบ้าง





แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

วิชา ชีววิทยา 1

เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน

แผนการสอนที่...

เวลาที่ใช้สอน 2 ชั่วโมง

คำชี้แจง : แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้
 กรูณาพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการ
 เรียนรู้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา					
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา สาระ					
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการ พัฒนาชัดเจน					
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ ระดับชั้นของนักเรียน					

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
3.3	การใช้สถานการณ์ในขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ตามการจัดการเรียนรู้ด้วยกรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน					
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม					
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอ					
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา					
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับขั้นของผู้เรียน					
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัดสามารถวัดได้จริง					

ข้อเสนอแนะ

ด้านเนื้อหาสาระ

.....

.....

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

.....

.....

.....

ด้านอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

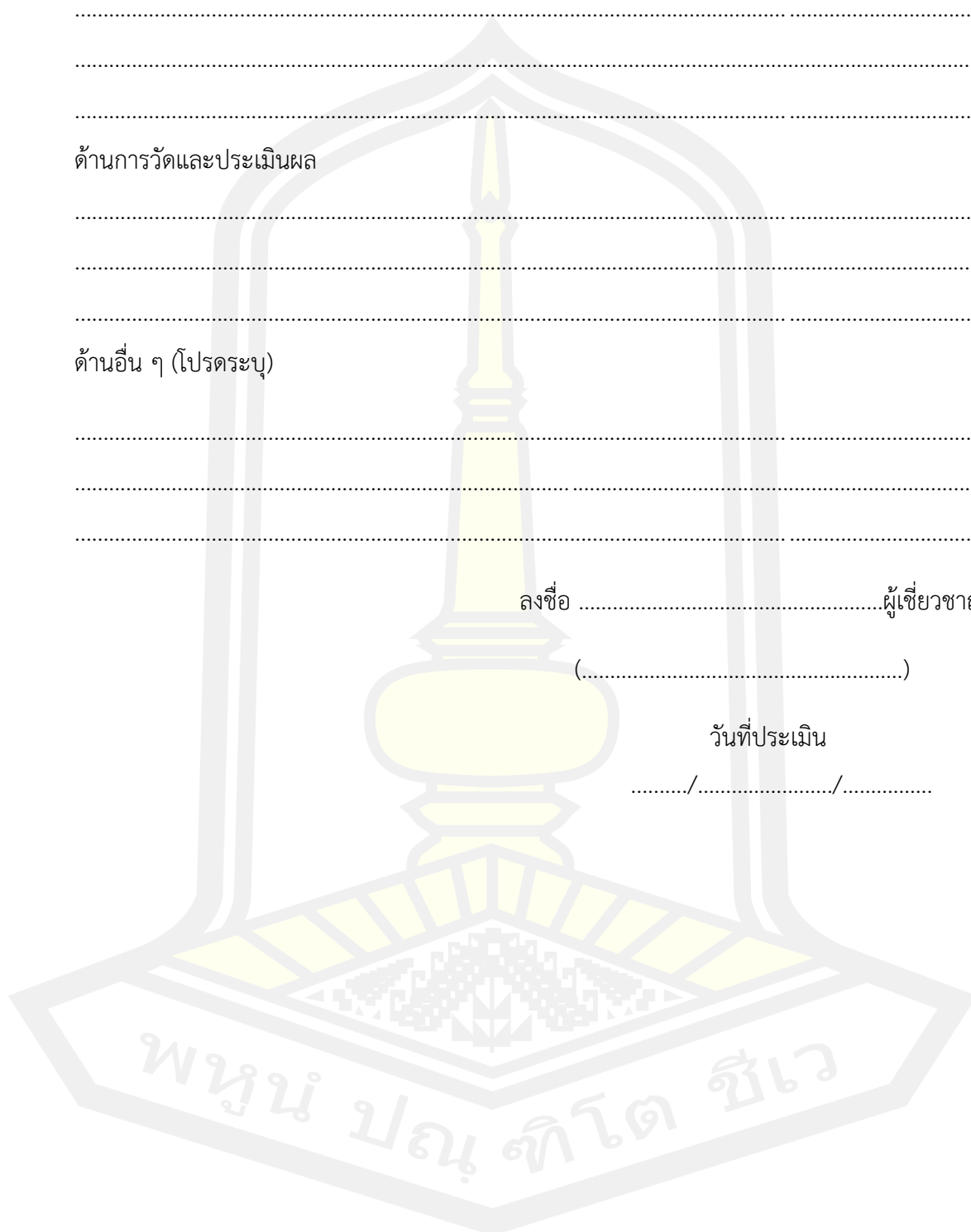
.....

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่ประเมิน

...../...../.....



ตารางที่ 37 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ
รักษาสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	24	4.8
1.2	4	4	5	5	5	23	4.6
1.3	5	4	5	5	5	24	4.8
2.1	5	4	5	5	5	24	4.8
2.2	5	3	5	5	5	23	4.6
3.1	5	4	5	5	5	24	4.8
3.2	5	4	5	5	5	24	4.8
3.3	5	4	5	5	5	24	4.8
3.4	5	4	5	5	5	24	4.8
3.5	5	4	5	5	5	24	4.8
3.6	5	4	5	5	5	24	4.8
3.7	5	4	5	5	5	24	4.8
4.1	4	4	5	5	5	23	4.6
4.2	4	4	5	5	5	23	4.6
5.1	5	4	5	5	5	24	4.8
5.2	5	4	5	5	5	24	4.8
5.3	5	3	5	5	5	23	4.6
เฉลี่ย	4.76	3.94	5.00	5.00	5.00	23.71	4.74
	4.74						
ระดับ คุณภาพ	ระดับคุณภาพดีมาก						

ตารางที่ 38 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การ
รักษาสสมดุลร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบภูมิคุ้มกัน เรื่องย่อย ระบบภูมิคุ้มกัน ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการ ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	5	5	5	5	5	25	5
1.2	5	4	5	5	5	24	4.8
1.3	5	4	5	5	5	24	4.8
2.1	4	4	5	5	5	23	4.6
2.2	4	3	5	5	5	22	4.4
3.1	5	4	5	5	5	24	4.8
3.2	5	4	5	5	5	24	4.8
3.3	5	4	5	5	5	24	4.8
3.4	4	4	5	5	5	23	4.6
3.5	4	4	5	5	5	23	4.6
3.6	4	4	5	5	5	23	4.6
3.7	4	4	5	5	5	23	4.6
4.1	5	4	5	5	5	24	4.8
4.2	5	4	5	5	5	24	4.8
5.1	4	4	5	5	5	23	4.6
5.2	4	4	5	5	5	23	4.6
5.3	4	3	5	5	5	22	4.4
เฉลี่ย	4.47	3.94	5.00	5.00	5.00	23.41	4.68
	4.68						
ระดับ คุณภาพ	ระดับคุณภาพดี						



ตารางที่ 39 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

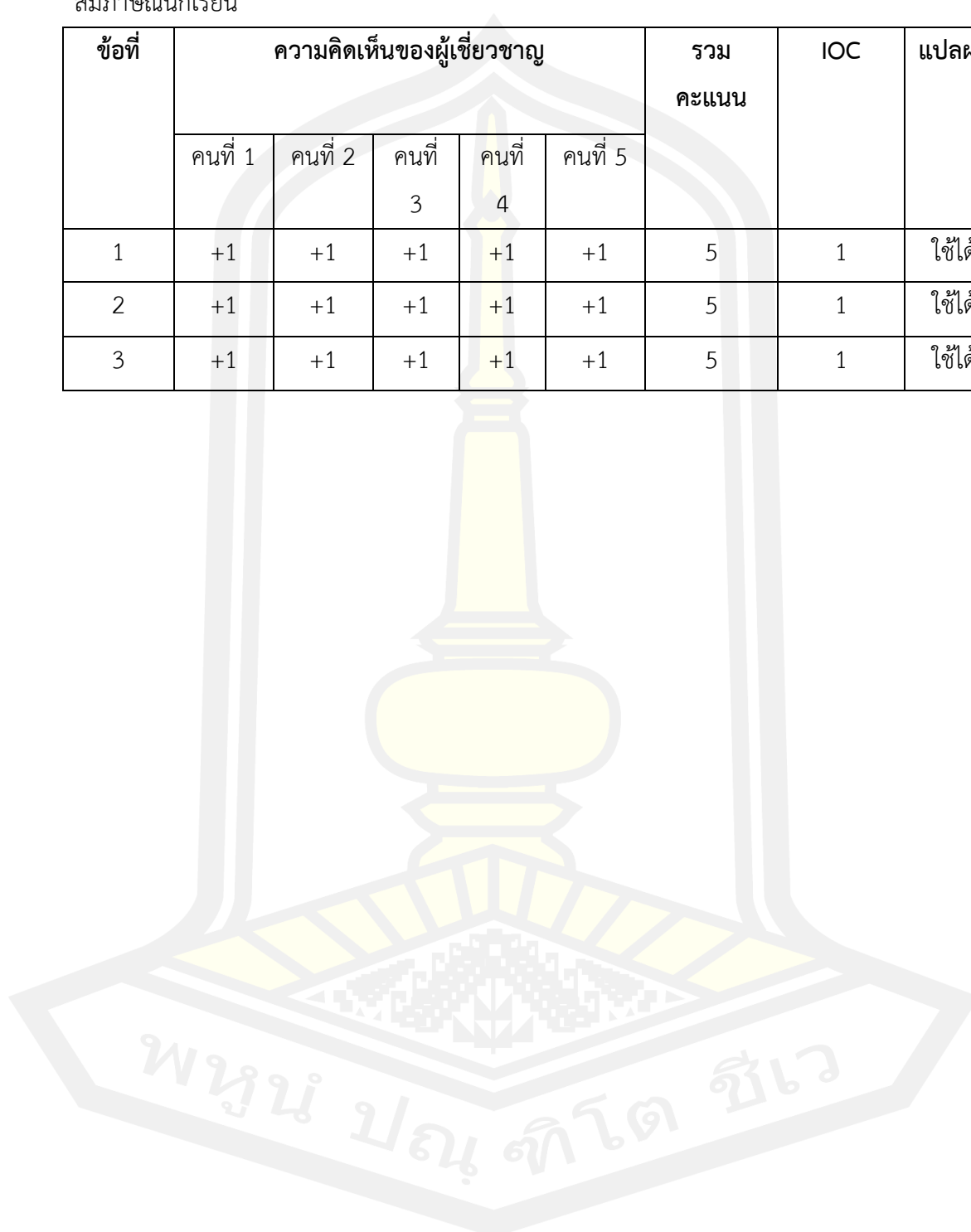
ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 40 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัดความสามารถในการ
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการ วัด	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
3	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	ข้อกล่าวอ้าง	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
	หลักฐาน	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
	การให้เหตุผล	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ 41 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างหัวข้อกับประเด็นการสัมภาษณ์ของแบบ
สัมภาษณ์นักเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้



ตารางที่ 43 ผลการพิจารณาคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญของความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับระดับคะแนนต่อเกณฑ์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร
ปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	องค์ประกอบกรสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	ข้อกล่าวอ้าง	4	4	5	5	5	23	4.6
	หลักฐาน	4	4	5	5	5	23	4.6
	การให้เหตุผล	4	4	5	5	5	23	4.6
2	ข้อกล่าวอ้าง	5	4	5	5	5	24	4.8
	หลักฐาน	5	4	5	5	5	24	4.8
	การให้เหตุผล	4	4	5	5	5	23	4.6
3	ข้อกล่าวอ้าง	5	4	5	5	5	24	4.8
	หลักฐาน	4	4	5	5	5	23	4.6
	การให้เหตุผล	5	4	5	5	5	24	4.8
4	ข้อกล่าวอ้าง	5	4	5	5	5	24	4.8
	หลักฐาน	5	4	5	5	5	24	4.8
	การให้เหตุผล	5	4	5	5	5	24	4.8
เฉลี่ย		4.58	4.00	5.00	5.00	5.00	23.58	4.72
		4.72						
ระดับคุณภาพ		ระดับคุณภาพดีมาก						





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2712 วันที่ 7 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติวรดา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท หนองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2712 วันที่ 7 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริพันธ์ สว่างบุญ

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท หนองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2890 วันที่ 21 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ์

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสัท เนื่องเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว2712

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท เนืองเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0981055800



ที่ อว 0605.5(2)/ว2712

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์นิชาพัฒน์ จิรพันธุ์กุลชาติ

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท หนึ่งเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0981055800



ที่ อว 0605.5(2)/ว2712

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 ธันวาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ทิพวรรณ พิลลา

ด้วย นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพท หนึ่งเฉลิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

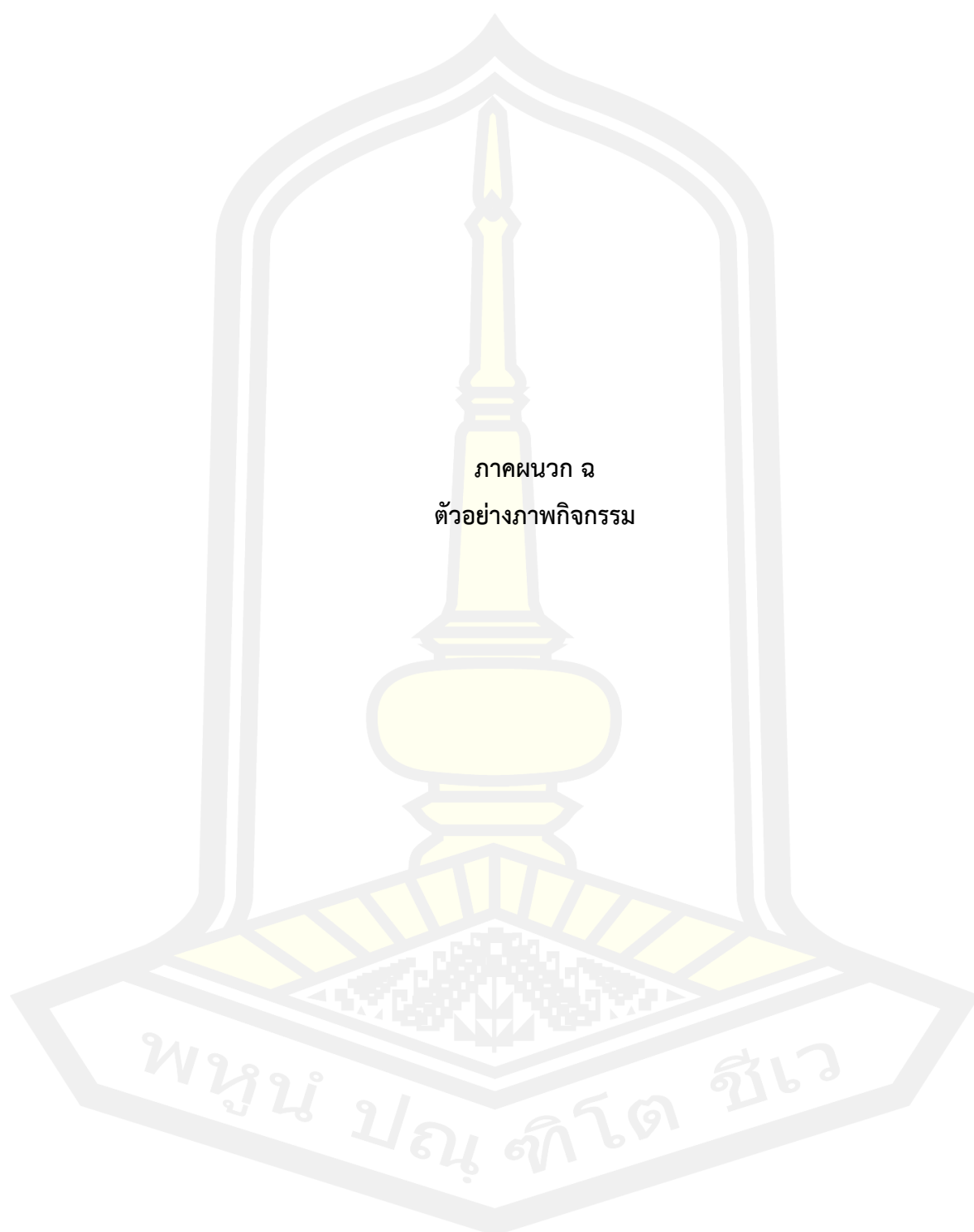
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

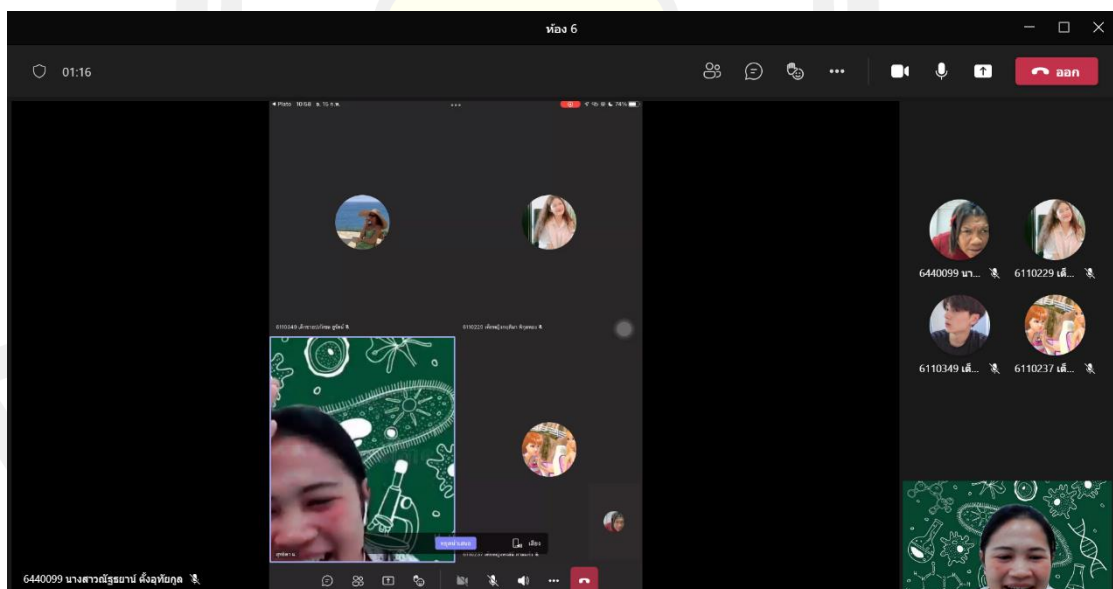
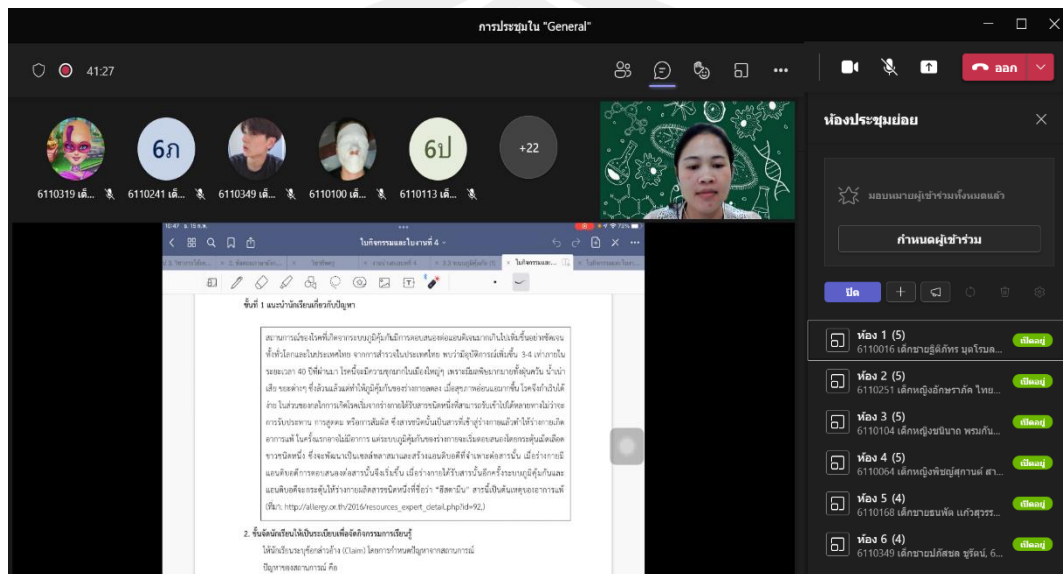
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

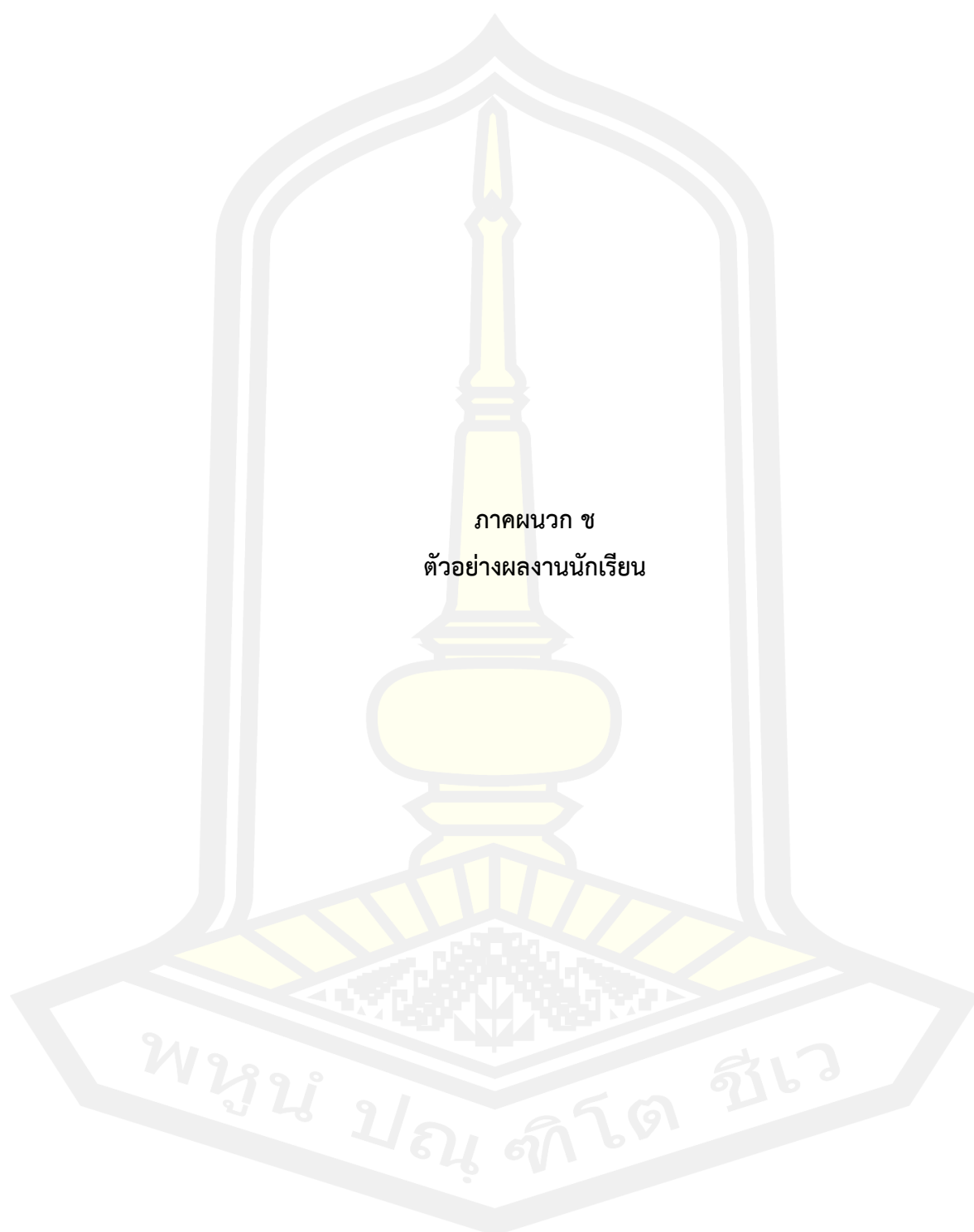
เบอร์โทรนิสิต 0981055800











ภาคผนวก ข
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ตัวอย่างการตอบคำถามใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1

ใบกิจกรรมที่ 2
 ชื่อ-สกุล นาง อรุณีย์ อธิสุข ชั้น 54/4 เลขที่ 5
 ชั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 ในประเทศไทย พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคนี้ค่อนข้างเป็นวงกว้าง อาการทั่วไปเมื่อเชื้อไวรัสเริ่มเข้าสู่ร่างกาย เช่น มีไข้ ไอ อ่อนเพลีย สูญเสียความสามารถในการดมกลิ่นและรับรส อาการที่พบไม่บ่อย เช่น เจ็บคอ ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยเนื้อตัว ท้องเสีย มีผื่นบนผิวหนัง หรือน้ำมือน้ำตาเปลี่ยนสี ตาแดงหรือระคายเคืองตา อาการรุนแรง เช่น หายใจลำบากหรือหายใจถี่ สูญเสียความสามารถในการพูดหรือเคลื่อนไหว หรือมีง่วง เจ็บหน้าอก ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ ทั้งนี้หากนักเรียนเริ่มมีอาการโดยทั่วไปควรรีบไปตรวจหาเชื้อเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อลุกลาม หรือป้องกันไม่ให้เชื้อเข้าไปทำลายระบบภูมิคุ้มกันจนก่อให้เกิดการเสียชีวิตได้ (ที่มา: WHO)

2. จัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายอ่อนแอลง

ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนตั้งขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในวิชาชีววิทยาบ้าง

ระบบภูมิคุ้มกัน (กลไกการต่อสู้กับเชื้อโรค)



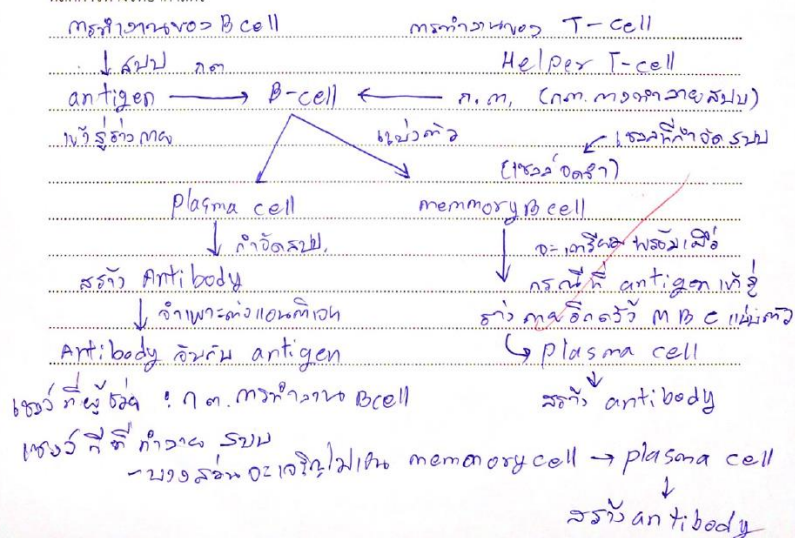
3. ชั้นช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม

ให้นักเรียนระบุหลักฐาน (Evidence) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนเขียนความรู้ หรือหลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ

ปกติการรับ antigen เข้าสู่ร่างกายจะผ่านทางผิวหนัง หรือเยื่อเมือก หรือ การรับประทาน (Lymphocyte) อีกคือ คือ B-cell หรือ T-cell
จาก B-cell หรือ plasma cell หรือ memory cell plasma cell
จำแนกที่สร้าง antibody memory cell จะพบที่เนื้อเยื่อ antigen
และ T-cell ซึ่งคืออีกอีกคือ Helper T-cell (CD4)
จำแนกที่กระตุ้น B-cell ให้ออก antibody หรือ กระตุ้นการทำงานของ
หรือ CD8 หรือ Cytotoxic T-cell (CD8) ทำหน้าที่
ทำลายเซลล์แปลกปลอม

4. ชั้นพัฒนาและนำเสนอ

ให้นักเรียนระบุเหตุผล (Reasoning) โดยการระบุมความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์



5. ชั้นวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากขั้นที่ 2-4 มีกระบวนการคิดที่จะได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง

ขั้น 2 ทำการวิเคราะห์ = วิเคราะห์ และ หาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับโรค
ขั้น 3 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคที่สนใจ
ขั้น 4 วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว สรุปผลหรือหาข้อสรุป

ตัวอย่างคำตอบแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จริงปฏิบัติการที่ 1

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล..... น. ส. อาทิตยา นันทิกัต..... ชั้น..... ม. 4/7..... เลขที่..... 32.....

ข้อ 1

กรณีของน้ำค่อม ขวนขึ้น เป็นบทเรียนที่สำคัญที่จะทำให้ทุกคนตระหนักรู้ และระมัดระวังตัวเองมากขึ้น เพราะถึงแม้ว่าเชื้อไวรัสโคโรนาจะไม่จำเป็นเชื้อโรคที่มีความรุนแรงที่สุด แต่เพราะเป็นเชื้อที่ติดง่าย และในบางคนที่ไม่แข็งแรงก็อาจจะรับมือกับเชื้อไวรัสไม่ได้ เชื้อไวรัสเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้นกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม ซึ่งเราเรียกสิ่งแปลกปลอมนี้ว่า แอนติเจน (antigen) โดยแอนติเจนจะถูกทำลายโดยแมโครฟาจ (macrophage) ด้วยวิธีการฟาโกไซโทซิส ทำให้เกิดขึ้นส่วนของแอนติเจน ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะถูกนำเสนอบนโปรตีนของแมโครฟาจ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานของลิมโฟไซต์และเซลล์อื่นๆ ในระบบภูมิคุ้มกันให้ทำงานประสานกันในการกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1. จากสถานการณ์เป็นการกำจัดเชื้อโรคด้วยวิธีการใด (ข้อกล่าวอ้าง)

กลไกการกำจัดเชื้อโรค หรือสิ่งแปลกปลอม แบบจำเพาะ

2

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

เมื่อเชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้น antigen โดย antigen จะถูกทำลายโดย macrophage ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส ทำให้ชิ้นส่วนของ antigen ปรากฏบนโปรตีนของ macrophage เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานของ ลิมโฟไซต์และเซลล์อื่นๆ ทำงานประสานกันในการกำจัดเชื้อโรค

2

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

กลไกการกำจัดเชื้อโรค หรือสิ่งแปลกปลอม แบบจำเพาะเจาะจง ผ่านการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว 2 ชนิด คือ B-cell และ T-cell ซึ่งมาจับกับ antigen อย่างจำเพาะ พร้อมกระตุ้นให้ B-cell พัฒนาไปเป็น plasma cell เพื่อทำหน้าที่สร้าง antibody ใหม่เข้าทำลายสิ่งแปลกปลอมตัว หลักฐานที่กล่าวมาว่า เมื่อเชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้น antigen โดย antigen จะถูกทำลายโดย macrophage ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส ทำให้ชิ้นส่วนของ antigen ปรากฏบนโปรตีนของ macrophage เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานของ ลิมโฟไซต์และเซลล์อื่นๆ ทำงานประสานกันในการกำจัดเชื้อโรค

2

ข้อ 2

กรมควบคุมโรครายงานว่า ประชาชนควรฉีดวัคซีนป้องกันเชื้อไข้หวัดใหญ่ทุกๆ ปี เพราะในแต่ละปีมีการแพร่ระบาดของสายพันธุ์เชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่แตกต่างกันไป และวัคซีนที่ผลิตออกมานั้นไม่สามารถป้องกันได้ครอบคลุมทุกสายพันธุ์ หากได้รับวัคซีนป้องกันโรคใดโรคหนึ่งแล้ว ยังมีโอกาสเป็นโรคนั้นอีก ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างแอนติบอดี แต่เมื่อสร้างแล้วจะอยู่กับร่างกายเรานาน

1. จากสถานการณ์เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันชนิดใด (ข้อกล่าวอ้าง)

กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน แบบก่อกอง

2

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

หากได้รับวัคซีนป้องกันโรคใดโรคหนึ่งแล้ว ยังมีโอกาสเป็นโรคนั้นอีก ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการสร้าง antibody แต่เมื่อสร้างแล้วจะอยู่กับร่างกายเรานาน

2

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน แบบก่อกอง คือ การให้ Antigen เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน เกิดภูมิคุ้มกันจนถึงการในวัคซีน to xoid หรือทฤษฎีการคิดเชื้อ ต้องใช้เวลาในการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน อยู่ได้นาน เพื่อทำหน้าที่ทดแทนใน จุดที่ไม่สามารถเกิด ถ้าหลักฐานที่ว่า หากได้รับวัคซีนป้องกันโรคใดโรคหนึ่งแล้ว ยังมีโอกาสเป็นโรคนั้นอีก ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการสร้าง antibody แต่เมื่อสร้างแล้วจะอยู่กับร่างกายเรานาน

2



ตัวอย่างการตอบคำถามใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2

ใบกิจกรรมที่ 6

ชื่อ-สกุล..... วิภาดา นิลน้อย ชั้น..... ๘/๖ เลขที่..... ๙

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์และตอบคำถามทุกข้อ

ขั้นที่ 1 แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

ในปัจจุบันสถานการณ์โรคเอดส์ประเทศไทยมีสัญญาณเตือนที่ดี ซึ่งอยู่ในระดับผู้ป่วยโรคเอดส์โดยรวมทั่วประเทศลดลง ดังนั้น ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทยจึงร่วมกับสมาคมโรคเอดส์แห่งประเทศไทย กรมควบคุมโรค คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และศูนย์วิจัยโรคเอดส์ สภากาชาดไทย จึงออกมาเปิดเผยถึง "ความก้าวหน้าการรักษา HIV ในปัจจุบัน" ในประเด็นเรื่องของการลดเอดส์และความก้าวหน้าการรักษา มาตรฐานการดูแลรักษาผู้ป่วย HIV ในประเทศไทย รวมถึงมาตรฐานและความก้าวหน้าการป้องกันการติดเชื้อ HIV จากแม่สู่ลูกในประเทศไทย โดย HIV (Human Immunodeficiency Virus) คือ เชื้อไวรัสชนิด RNA จัดอยู่ในกลุ่มรีโทรไวรัส (Retrovirus) HIV เปลี่ยน RNA ของไวรัสเป็น DNA ที่สามารถแทรก DNA เข้าไปอยู่ใน DNA ของเซลล์ที่ชนิด CD4 ในมนุษย์ อย่างไรก็ตามประชาชนบางกลุ่มที่ได้รับยาต้านไวรัสเร็วตั้งแต่ติดเชื้อ HIV จะส่งผลให้ระยะเฉียบพลันสามารถควบคุมเชื้อ HIV ได้นานหลายปีหลังหยุดยาด้านไวรัส โดยตรวจไม่พบปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดด้วยการตรวจวิธีปกติ นอกจากนี้ถ้าจะมีปริมาณไวรัสในเลือดเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อย และปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด CD4 ปกติที่แสดงถึงสภาวะการมีภูมิคุ้มกัน (ที่มา: <http://www.wongkarnpat.com/viewpat.php?id=2778>)

2. ขั้นจัดนักเรียนให้เป็นระเบียบเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

เชื้อ HIV มีไปทำลาย cell-T และ CD4 ได้เรื่อยๆ



ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนตั้งขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใดในวิชาชีววิทยามัธยม

การรู้ระดับความรุนแรงจากการติดเชื้อ HIV

3. ขั้นช่วยเหลือรายบุคคลและสืบเสาะของกลุ่ม

ให้นักเรียนระบุหลักฐาน (Evidence) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนเขียนความรู้หรือหลักการ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ

ประเด็นหลักของการติดเชื้อ HIV เกิดจากการที่ไวรัสเข้าสู่ร่างกายกลุ่ม T-cell Helper T-cell CD4 ถูกทำลาย และปริมาณของ HIV ก็เริ่มเพิ่มขึ้น จึงทำให้ T-cell หรือ CD4 ลดลง ระดับภูมิคุ้มกันก็ต่ำลงไปด้วย จึงทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนตามมา

4. ขั้นพัฒนาและนำเสนอ

ให้นักเรียนระบุเหตุผล (Reasoning) โดยการระบุความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

นักกระทำการติดเชื้อ HIV เมื่อ HIV เริ่มไปจับกับ T-cell หรือ CD4 และปล่อย RNA ของ HIV ให้อาพันธ์ของ HIV นั้นเข้าไปจับกับ DNA ของ T-cell CD4 และสร้างไวรัส HIV ใหม่ขึ้นมา และ DNA ของ HIV และ DNA ของ T-cell CD4 จะเริ่มจับกับ HIV ใหม่ขึ้นมาและไปทำลาย T-cell CD4 อีกเรื่อยๆ

5. ขั้นวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนความคิดเห็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ จากขั้นที่ 2-4 มีกระบวนการคิดที่จะได้มาของคำตอบอย่างไรบ้าง

เริ่มจากการดูภาพของไวรัส HIV และดูว่า HIV นั้นเข้าไปจับกับ T-cell หรือ CD4 และสร้างไวรัส HIV ใหม่ขึ้นมา และไปทำลาย T-cell CD4 อีกเรื่อยๆ

ตัวอย่างคำตอบแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล ศุภณัฐ วังภากรณ์ นุตรสาศย์ ชั้น ฉ. 4/4 เลขที่ 26

ข้อ 1

นางสาว ก เป็นพนักงานบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง คืนก่อนได้ไปงานเลี้ยงต้อนรับพนักงานใหม่ ในงานนั้นมีการเลี้ยงสังสรรค์ พบว่ามีอาหารจำนวนมาก เช่น อาหารทะเล อาหารพื้นบ้าน เป็นต้น รุ่งเช้าขณะที่เธอออกไปทำงาน พบว่าตนเองนั้นมีผื่นขึ้นตามผิวหนัง คันตา คันจมูก เธอสันนิษฐานว่าเกิดจากการรับประทานอาหารในงานเมื่อคืน จึงแวะซื้อยาเพื่อบรรเทาอาการดังกล่าว เธอได้แจ้งอาการให้เภสัชกรฟัง จากนั้นเภสัชกรได้ให้ยาแอนติฮิสตามีน (antihistamine) และยังให้คำแนะนำเพื่อเป็นการป้องกัน และหลีกเลี่ยงการเกิดอาการดังกล่าว เช่น หลีกเลี่ยงการได้รับสารก่อภูมิแพ้ รักษาร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ออกกำลังกายและพักผ่อนให้เพียงพอ

1. จากสถานการณ์ดังกล่าว นางสาว ก เป็นโรคอะไร และโรคดังกล่าวเกิดได้อย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง)

จากสถานการณ์ นางสาว ก เป็นโรคภูมิแพ้ ซึ่งแพ้โปรตีนที่เกิดจากสัตว์ทะเลและพืช

จึงเกิดอาการของโรคขึ้นที่ผิวหนังและตา

2. อะไรเป็นหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น (หลักฐาน)

1. นางสาว ก มีอาการคันตา คันจมูก และผื่นขึ้นตามผิวหนัง

2. เภสัชกรแนะนำให้รับประทานยา antihistamine

3. เภสัชกรแนะนำให้หลีกเลี่ยงการรับประทานสารก่อภูมิแพ้

3. ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (การให้เหตุผล)

จากงานที่ศึกษาจะพบว่าอาการแพ้ของคนที่แพ้โปรตีนจากสัตว์ทะเลเกิดจาก

การที่ระบบภูมิคุ้มกันมีการตอบสนองต่อ antigen จากสัตว์ทะเล ซึ่งร่างกายได้สร้าง

แอนติบอดี B-cell จะพัฒนาเป็น plasma cell และสร้าง antibody, แล้วยัง

antibody ที่สร้างจะไปเกาะที่ผิวของ mast cell แล้วปล่อยสารฮิสตามีนออกมา

ซึ่งจะทำให้เกิดอาการแพ้ เช่น คันตา คันจมูก histamine ตัวนี้จะไป

จับกับตัวรับที่ชื่อว่า anti-histamine

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุทธิดา แหวนหล่อ
วันเกิด	22 มกราคม 2540
สถานที่เกิด	อ.โพธาราม จ.ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	120/1 ต.ยางคำ อ.โพธาราม จ.ราชบุรี 45240
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา คณะ วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณ จิต ชีวะ