

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ
ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
กรกฎาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากความกรุณาเอาใจใส่ และให้คำปรึกษาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบความถูกต้อง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ โดยตลอด จึงทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาในเนื้อหาวิทยานิพนธ์งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุริยา ชานู ดร.กิตติศักดิ์ พุทธิชาติ และคุณครูรณยูภา ชัยนิกิจ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับนิสิต โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (สควค.) จนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณ ครูรณยูภา ชัยนิกิจ ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการจัดการเรียนรู้ การปฏิบัติตนในโรงเรียน และกรเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยจนงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุด ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว รวมถึงเพื่อนๆ และผู้อยู่เบื้องหลังงานวิจัยทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ทศพล สุวรรณพุด

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
ผู้วิจัย	ทศพล สุวรรณพุดม
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ซึ่งได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยเครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานการโต้แย้ง และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัย พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเนื้อหาในบทเรียน 2) ครูควรสนับสนุนการแสดงถึงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผลและข้อสรุปของนักเรียนในการโต้แย้ง 3) ครูควรปรับบทบาทหน้าที่ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยเชื่อมโยงการโต้แย้งเข้ากับเนื้อหา และ 4) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลในการเขียนรายงานหรือการประเมินชิ้นงานได้ ส่วนผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 73.44 โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานได้สูงสุดร้อยละ 85.23 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายได้ร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยได้เป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีได้เป็นร้อยละ 60.23 ตามลำดับ

Title ENHANCE GRADE 11 STUDENTS' SCIENTIFIC REASONING
ABILITY IN THE TOPIC OF DNA TECHNOLOGY THROUGH
ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY

Author Tossapol Suwannaphuth

Advisor Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.

Co - Advisor Assistant Professor Pranee Nangngam, Ph.D.

Academic Paper Thesis M.Ed. in Science Education,
Naresuan University, 2018

Keywords Argument-Driven Inquiry, Scientific Reasoning, DNA Technology

ABSTRACT

The purposes of this action research were to find out the effective ways of using argument-driven inquiry to enhance grade 11 student' scientific reasoning ability in the topic of DNA technology and to develop scientific reasoning ability through argument-driven inquiry for grade 11 students. This research was classroom action research model. The participants were 44 grade 11 students. The research tools comprised of the three lesson plans of argument-driven inquiry approach, a classroom reflection form, the student' argumentation report and the scientific reasoning ability test. The data was analyzed by using content analysis and quantitative analysis. For the results of the study, the proper learning management of argument-driven inquiry approach are described as follows: 1) teacher choose situations which refers to the content 2) teacher should let student to create their claims, evidences, reasoning and conclusion in argumentation 3) teacher might discuss and fix misunderstanding from argument session by link the contents and 4) teacher should engage student to link their investigation results in order to write argumentation report and evaluate data. The results of the research illustrated that scientific reasoning ability of the student were developed (73.44 %) and the most developed elements of reasoning ability was abductive reasoning (85.23 %). The second reasoning ability was retroductive reasoning (84.09 %). Then the third was inductive reasoning (64.77 %) and the last one was deductive reasoning (60.23 %).

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมา.....	1
	คำถามงานวิจัย.....	6
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
	ขอบเขตการวิจัย.....	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	หลักสูตรสถานศึกษา.....	12
	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	14
	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง.....	20
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ.....	35
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ.....	40
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
	กลุ่มเป้าหมาย.....	43
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	43
	รูปแบบการวิจัย.....	44
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
	ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
	วิธีการเก็บข้อมูล.....	54
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
	ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ.....	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	63
ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	63
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ.....	102
5 บทสรุป.....	147
สรุปผลการวิจัย.....	147
อภิปรายผล.....	150
ข้อเสนอแนะ.....	154
บรรณานุกรม.....	155
ภาคผนวก.....	165
ประวัติผู้วิจัย.....	219

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	18
2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.....	33
3 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือวิจัย.....	46
4 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้งและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	48
5 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ใช้ในการโต้แย้ง.....	52
6 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบ การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	97
7 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมุติฐาน นักเรียนในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร.....	103
8 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบายนักเรียน ในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร.....	110
9 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัยนักเรียน ในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร.....	117
10 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัยนักเรียน ในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร.....	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

11	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 44 คน โดยแยกตามการให้เหตุผล 4 ประเภท ที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผล ของเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน แบบอธิบาย แบบนิรนัย และแบบอุปนัย.....	130
12	ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน.....	133
13	ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบอธิบาย.....	136
14	ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบนิรนัย.....	139
15	ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบอุปนัย.....	143

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 การทำกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน.....	71
2 การสืบค้นข้อมูลของนักเรียนหลังจากแบ่งหน้าที่กับสมาชิกภายในกลุ่ม.....	80
3 การสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเพื่อเลือกข้อมูลไปใช้ในการนำเสนอ.....	81
4 การนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน.....	83
5 การเขียนรายการโต้แย้งของนักเรียนโดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ผ่านมา.....	85
6 การนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน.....	93
7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 1.....	104
8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 1.....	104
9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 1.....	105
10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 2.....	106
11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 2.....	106
12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 2.....	106
13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 3.....	107
14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 3.....	108
15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ในวงจรที่ 3.....	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
16 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร.....	109
17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 1.....	111
18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 1.....	112
19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 1.....	112
20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 2.....	113
21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 2.....	113
22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 2.....	114
23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 3.....	114
24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 3.....	115
25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย วงจรที่ 3.....	115
26 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร.....	116
27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 1.....	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 1.....	119
29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 1.....	119
30 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 2.....	120
31 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 2.....	120
32 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 2.....	120
33 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 3.....	121
34 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 3.....	122
35 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วงจรที่ 3.....	122
36 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร.....	123
37 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 1.....	125
38 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 1.....	125
39 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 1.....	126

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
40 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 2.....	126
41 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 2.....	127
42 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 2.....	127
43 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 3.....	128
44 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 3.....	128
45 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย วงจรที่ 3.....	129
46 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร.....	129
47 ค่าร้อยละของระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	133
48 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อ 1.....	134
49 ตัวอย่างคำตอบข้อที่ 1 ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	135
50 ภาพปลาหมึกลายในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อ 8.....	135
51 ตัวอย่างคำตอบข้อที่ 8 ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	136
52 ภาพหอยกล่อมเนื้อยืดเปลือกในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	137
53 ตัวอย่างคำตอบของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2.....	138
54 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสในแบบวัดการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5.....	138
55 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5.....	139

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
56 ภาพครีมบำรุงผิวหน้าในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4.....	140
57 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4.....	141
58 ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยและหลักฐานที่ใช้ประกอบแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 7.....	142
59 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 7.....	143
60 ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3.....	144
61 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3.....	144
62 จุดตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะและหลอดทดลอง x ที่ใช้ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 6.....	145
63 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 6.....	146

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน การที่จะพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้น สิ่งที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบายและการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) จะเห็นได้ว่า หากนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Driver, Newton, & Osborne, 2000) จึงเสนอว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควรเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1993) เป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยจุดเน้นหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้น (Osborne et al., 2004)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีการวัดทั้งในระดับนานาชาติ ซึ่งโครงการ TIMSS หรือโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study, 2015) เป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเทศไทยได้เข้าร่วมประเมินนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ใน ค.ศ. 1995 และเข้าร่วมประเมินอีกครั้งใน ค.ศ. 2011 ส่วนการประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเทศไทยเข้าร่วมในเกือบทุกครั้ง ยกเว้น ค.ศ. 2003 สำหรับ ค.ศ. 2015 ประเทศไทยเข้าร่วมการประเมินเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่จากผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ TIMSS 2015 ประเทศที่มีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการประเมิน TIMSS 2015 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) จากการจำแนกทั้งหมด 4 ระดับของ TIMSS นอกจากนี้ การประเมินในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ความรู้ (35%) การประยุกต์ใช้ความรู้ (40%) และการใช้เหตุผล (25%) คะแนนในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย แต่ละประเทศทำคะแนนได้ดีในพฤติกรรมที่แตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย ทำคะแนนได้ดีในด้านความรู้แต่ทำคะแนนด้านการใช้เหตุผลได้ไม่ดี ทั้งนี้กรอบการประเมินของ TIMSS ในด้านของความรู้วิทยาศาสตร์ ถูกแบ่งออกเป็น 1) ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิชา ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 2) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการพิจารณาในด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น TIMSS ได้ให้ความสำคัญกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเป็นอย่างมาก โดยกล่าวว่า เป็นการให้เหตุผลและการวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยชินในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และมีปัญหาที่มีขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำ จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาการสร้างความอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ นักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ นักเรียนอาจจะต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ อาจต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์การประเมินคำตอบ การได้คำตอบที่ถูกต้องอาจมาจากการใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกันหลายแบบ ซึ่งการเลือกกลยุทธ์เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน พร้อมทั้งได้ระบุนิยามพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผลเอาไว้ทั้งหมด 6 ข้อ คือ 1) วิเคราะห์ (Analyze) 2) สังเคราะห์ (Synthesize) 3) ตั้งคำถาม/ตั้งสมมติฐาน/ทำนาย (Formulate Questions/Hypothesize/Predict) 4) ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ (Design Investigations) 5) ประเมิน (Evaluate) 6) สรุป (Draw Conclusions) การประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล (รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

นอกจาก TIMSS แล้ว โครงการ PISA ยังมีการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแทรกอยู่ในการประเมินสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน จากการประเมินผลนักเรียนในระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมเป็นสมาชิกในทุกๆ 3 ปี ริเริ่มโครงการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and development หรือ OECD) ในการเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนมีศักยภาพในการแข่งขัน

ในอนาคต การประเมิน PISA ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี การประเมินผลของ PISA เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการรู้เรื่องสามด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต ประเทศไทยเข้าร่วมการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000, 2003, 2006, 2009, 2012 เรื่อยมาจนถึงปี 2015 ซึ่งเป็นครั้งล่าสุดจากผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีผลการเฉลี่ยคะแนนในส่วนการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD คือ 500 คะแนน จากช่วงคะแนน 0-1,000 มาโดยตลอด และถือว่าอยู่ในระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพียงระดับที่ 2 ซึ่งมีช่วงคะแนนอยู่ที่ 409-484 จากทั้งหมด 6 ระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

จากกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA มีเป้าหมายสำคัญ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความสามารถทางด้านสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีด้วย ซึ่งตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2015 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ 1) บริบท 2) ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ 4) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของสมรรถนะในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงแล้ว พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งจำเป็นจะต้องมีสมรรถนะทั้ง 3 ด้าน ดังต่อไปนี้ สมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การที่บุคคลสามารถรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนการอธิบาย การนำเสนอ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลให้มากยิ่งขึ้น สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะช่วยในส่วนของ การสำรวจและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคคลมีความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อมูล สร้างคำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการช่วยสนับสนุนเพราะสมรรถนะในข้อนี้มีความสอดคล้องกับความทสารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) แต่จากผลการประเมินของ PISA 2015 ในปีล่าสุด พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 493) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2012 ด้านวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการประเมิน PISA ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จึงแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังขาดการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี จึงยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยการให้ประจักษ์พยานหรือลงข้อสรุปในเหตุการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

จากผลการประเมินของ TIMSS และ PISA สอดคล้องกับการสังเกตจากการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในจังหวัดพิษณุโลก ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 44 คน ในการเรียนเรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้มี 2 ชนิด คือ ใบงานการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช โดยเก็บข้อมูลจากการให้นักเรียนทุกคนทำใบงานในระหว่างเรียน และสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนอีก จำนวน 5 คน ที่เขียนคำตอบในใบงานไม่ชัดเจน คลุมเครือ จนไม่สามารถตีความถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบงานและการสัมภาษณ์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงกฎ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องไปอธิบายข้อสรุปของตนเอง และยังไม่สามารถหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เหมาะสมมา สนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อสรุปของตนเองได้ แสดงให้เห็นถึงการขาดการให้เหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัยที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของ PISA และ TIMSS โดยสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ อาจมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่เน้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2

ตัวชี้วัด ม.4-6 ข้อที่ 2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุผล คิดวิเคราะห์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ในสังคมวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวัฒนธรรมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ การจัดการเรียนรู้ควรมีจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้พร้อมทั้งช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน เพราะเป็นเนื้อหาที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้สู่ชีวิตจริงและเนื่องจากผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Argument) สามารถช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการโต้แย้งมักมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องอยู่เสมอและเป็นกลไกที่ทำให้เกิดข้อสรุปที่น่าเชื่อถือร่วมกันความสามารถในการสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือข้อกล่าวอ้าง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการ ศึกษาค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน (Sampson et al., 2011; Cavagnetto, 2010; Lin, & Mintzes, 2010; Simon et al., 2002) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการที่แวดวงนักวิทยาศาสตร์ใช้กันอย่างกว้างขวาง อาทิ เจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ซึ่งก่อนที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองท่านจะได้นำเสนอการค้นพบโครงสร้างดีเอ็นเอ ที่มีลักษณะเป็นสายคู่บิดเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียน ในแวดวงวิทยาศาสตร์ได้รู้จักว่า ดีเอ็นเอ คือ โครงสร้างที่ทำให้การส่งต่อข้อมูลทางพันธุกรรม แต่ยังไม่ทราบถึงลักษณะ และโครงสร้างว่า เป็นอย่างไร จึงทำให้การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในเรื่องของโครงสร้างดีเอ็นเอของ วัตสัน และคริก เป็นองค์ความรู้ที่สำคัญที่เกิดขึ้นและสร้างประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ (Sampson, 2013; Osborne, 2004) การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถเกิดขึ้นได้โดยจัดการการเรียนรู้แบบสร้างข้อโต้แย้ง เพราะเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พยายามที่จะสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุง ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือ

การลงมือทำ การทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูล และพยานหลักฐาน เข้าด้วยกัน (Kuhn, 1993)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry หรือ ADI) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่ง ถูกพัฒนามาจากนักการศึกษา คือ Enderle, Groome, & Sampson (2012) ซึ่งมี 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การระบุภาระงานและข้อคำถาม (The Identification of The Task) 2) การสร้างข้อมูลและหลักฐาน (The Generation of Data) 3) การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น (The Production of a Tentative Argument) 4) การสร้างการโต้แย้ง (The Interactive Argument Session) 5) การเขียนรายการโต้แย้ง (The Creation of Written Investigation Report) 6) การประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้น (The Double-Blind Peer Review) 7) การปรับปรุงกระบวนการและการเขียนรายงานการโต้แย้ง (The Revision Process) และ 8) การอภิปรายเชิงสะท้อนผล (A Reflective Round-Table Discussion) จากองค์ประกอบของ 8 ขั้นตอนนี้ เป็นการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งจะเป็นสะพานสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล จากการสนับสนุนด้วยหลักฐานที่น่าเชื่อถือที่ถูกนำมากล่าวอ้างในการให้คำอธิบาย (NRC, 2012, p. 44) และยังสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยผลการวิจัยของ Sampson, Groome, & Walker (2010, pp. 1-20) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ McCallie (2010) ที่กล่าวว่า ในส่วนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่บุคคลได้มาจากการรวบรวมข้อมูล ข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายนั้น การโต้แย้งถือเป็นส่วนสำคัญยิ่งที่จะสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามงานวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาไว้ดังนี้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้อง มีสมาชิกทั้งหมด 44 คน ประกอบด้วย นักเรียนหญิง 41 คน นักเรียนชาย 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโครงการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อการศึกษา ดังนี้

1. พันธุวิศวกรรม
2. การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม
3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ขอบเขตด้านตัวแปร

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาตัวแปร ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีมในการสืบเสาะค้นหาองค์ความรู้ กำหนดวิธีการ ระบุหลักฐาน รวบรวมหลักฐาน ลงข้อสรุปจากหลักฐานที่เห็นประจักษ์ และการนำเสนอข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของข้อมูลหรือหลักฐานกับคำอธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนศึกษา พร้อมทั้งการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายจากแนวความคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนในชั้นเรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยให้การสนับสนุน กำหนดสถานการณ์หรือระบุคำถามสำคัญ ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา จัดเตรียมแหล่งข้อมูล ประเมินผลงาน การนำเสนอ การสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียน และอนุมัติการส่งรายงานของนักเรียนหลังจากสะท้อนผล ซึ่งโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม (The Identification of The Task) คือ ผู้สอนจะระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่จะทำให้สืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน

1.2 การสร้างข้อมูลและหลักฐาน (The Generation of Data) คือ ผู้สอนแบ่งนักเรียนกลุ่ม 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดวางแผน วางขั้นตอน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยผู้สอนจะคอยสนับสนุน ในการจัดหาแหล่งเรียนรู้ในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง เช่น การทดลอง การสืบหาข้อมูล การสัมภาษณ์ การแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนั้น ผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือในการสำรวจตรวจสอบในข้อหัวที่ทำการจัดการเรียนการสอน

1.3 การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น (The Production of a Tentative Argument) คือ ผู้สอนให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหาเพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 และเรียกการนำเสนอข้อมูลที่ได้นี้ว่า “ข้อโต้แย้งเบื้องต้น”

1.4 การสร้างการโต้แย้ง (The Interactive Argument Session) คือ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอ

1.5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion) ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียนโดยเชื่อมโยงกับผล

การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนพุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

1.6 การเขียนรายการโต้แย้ง (The Creation of Written Investigation Report) คือ การที่ผู้สอนได้สนับสนุนให้นักเรียนรายบุคคลได้เขียนการรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิด และแสดงออกมาในรูปของการเขียน โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) อะไรคือสิ่งที่คุณกำลังจะทำ และทำไมถึงอยากจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำอะไรลงไปบ้าง 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำและคำอธิบายคำกล่าวอ้างของคุณ 4) สิ่งที่ต้องปรับปรุงพัฒนา

1.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยผู้สอนเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียน พร้อมกับแจกเอกสาร การตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นให้นักเรียนลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก

1.8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the report) ผู้สอนให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับผู้สอนซึ่งจะเป็นผู้ประเมินรายงานคนสุดท้าย

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning)

หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนใช้ในการแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์วิธีการ ผลการวิเคราะห์ ผลการสำรวจตรวจสอบ ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือเหมาะสม และสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาสรุปและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เกิดแนวความคิดที่หลากหลายในการให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอน การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีองค์ประกอบ ดังนี้

2.1 การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้

2.2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.3 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการสำรวจตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ

2.4 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้

การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รายงานการโต้แย้งของนักเรียนซึ่งมีองค์ประกอบของการแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และข้อสรุป ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการโต้แย้ง
2. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยอ้างอิงตาม Lawson, 2000 (The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ ที่เป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภูมิ ภาพหรือแผนภาพ ซึ่งนักเรียนเขียนตอบอย่างสั้นหรือเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นคำถามให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา

- 1.1 วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 1.2 พันธกิจ
- 1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
- 1.5 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 1.6 ผลการเรียนรู้
- 1.7 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.4 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

- 3.1 การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.1.2 ความหมายของการโต้แย้ง
 - 3.1.3 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.1.4 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 3.1.5 การบูรณาการการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เข้าสู่การจัดการเรียนรู้

3.2 ความเป็นมาในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.3 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา

1. วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาตนเองและมีคุณธรรม สัมพันธภูมิปัญญา และแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น

2. พันธกิจ

2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีคุณธรรมจริยธรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรมาตรฐานสากล อยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

2.2 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนตามมาตรฐานสากล

2.3 พัฒนาผู้สอนให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษาและมาตรฐานสากล

2.4 พัฒนาระบบบริหารจัดการสู่ความเป็นเลิศด้วยระบบคุณภาพมาตรฐานสากล

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

3.1 ความสามารถในการสื่อสาร

3.2 ความสามารถในการ

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

4.2 ชื่อสัตย์สุจริต

4.3 มีวินัย

4.4 ใฝ่เรียนรู้

4.5 อยู่อย่างพอเพียง

4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.7 รักความเป็นไทย

4.8 มีจิตสาธารณะ

5. เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

5.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

5.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.4 เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

5.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

6. ผลการเรียนรู้

6.1 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อภิปราย อธิบาย และสรุปการค้นพบกฎการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเมนเดล

6.2 สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์อภิปราย อธิบาย และสรุปการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดลและความแปรผันทางพันธุกรรม

6.3 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรม

6.4 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

6.5 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิดมิวเทชัน

6.6 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

6.7 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับหลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ

6.8 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ประชากร และการกำเนิดสปีชีส์

6.9 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของมนุษย์

7. คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ ของเมนเดล กฎของความน่าจะเป็น กฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซมองค์ประกอบทางเคมีของ ดีเอ็นเอ โครงสร้างของ ดีเอ็นเอ สมบัติของสารพันธุกรรม มิวเทชัน ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล กำเนิดของสปีชีส์ และวิวัฒนาการ ของมนุษย์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมาตรฐานการศึกษาสากลเป็นอย่างมาก และเป็นทักษะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่จะใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (National research Council, 2012; ฌญาภา สุทธิกุล, และลือชา ลดาชาติ, 2556) และเป็นทักษะสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการดำเนินการ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ พวกเขาจะใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างจากหลักฐานที่สำรวจได้ และอธิบายว่ามีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างนั้นอย่างไร (McNeill, & Kraicik, 2008; Lawson, 2009)

1. ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันการรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักและเป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลายๆ ประเทศ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของการเรียนการสอนโดยทั่วไปนั้นรวมถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Piraksa et al, 2014, p. 487)

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันมีความหลากหลายของการเผชิญ หน้าที่ทางสังคม โดยปัญหาทางสังคมและผลกระทบทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลโดยตรงต่อทุกคน จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมให้ทุกคนเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพและสามารถประเมินข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Zimmerman, 2005)

ความมีเหตุผลเป็นพฤติกรรมซึ่งแสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่เอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ และหาวิธีแก้ไขปัญหา (พิมพ์พันธ์ เศรษฐคุปต์, และเพียร ยินดีสุข, 2548, น. 13) โดยความมีเหตุผลถือเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นของนักวิทยาศาสตร์ อันนำไปสู่การแสดงออกหรือมีพฤติกรรมแบบนักวิทยาศาสตร์ (Hanley, 1997, pp. 33-35) เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ สามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเป็นเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น (ภพ เลหาไพบุลย์, 2552, น. 12)

Lawson (2004 as cited in Fanetti, 2011, p. 10) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญในวิทยาศาสตร์และทำให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการสร้างระบบความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถในการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกเทคโนโลยี ต้องมีทักษะและความสามารถในการประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนต้องพัฒนาการแก้ไขปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งนักเรียนต้องสามารถถ่ายโยงความรู้ระหว่างสถานการณ์และบริบทที่หลากหลาย ด้วยการปรับใช้ความสามารถของตนเอง ซึ่งกระบวนการของการให้เหตุผลเป็นการเชื่อมโยงความคิดและช่วยให้นำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเป็นพื้นฐานของทักษะการให้เหตุผล เมื่อทักษะเหล่านี้ถูกปลูกฝังให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่มีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระบบในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายบริบทได้ดีขึ้น นักเรียนจะสามารถทบทวนสิ่งที่สำคัญ และสามารถสะท้อนข้อมูล ลงข้อสรุป แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลายเมื่อได้เจอสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่

2. ความหมายและประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้มากมายแตกต่างกัน ดังนี้

Mayer (2003) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคล โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ”

Lee, & She (2009, p. 479) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการในการสร้างข้อสรุปจากหลักการและหลักฐานนั้นไปสู่ข้อสรุปใหม่”

Lawson (2009) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของมนุษย์ที่แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้”

Davis (2009, p. 14) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์”

Fanetti (2011, p. 22) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นชุดของกระบวนการคิดที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาและบริบททางวิทยาศาสตร์”

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, น. 71) กล่าวว่า “การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่จะได้แนวคิดที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ซึ่งการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้ หรือเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่”

อารยา ปาละโชติ (2551, น. 7) กล่าวว่า การเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัย ที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์และใช้หลักฐานในการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป”

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่า Lawson (2009) ให้ความหมายใกล้เคียงกับคุณลักษณะอันหนึ่งที่สำคัญของนักเรียนโครงการหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ที่มุ่งพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง สามารถกำหนดประเด็นปัญหา ตั้งสมมติฐาน สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อมาศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นข้อมูลประกอบงานวิจัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ใช้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจาก Lawson (2009) ซึ่งสรุปได้ว่า

ความคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

3. ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้นักวิชาการได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Lawson (2009, pp. 338-341) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเอาไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานจากกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากการสังเกตปัญหานั้น จะกลายเป็นการอธิบายการสังเกตและองค์ความรู้ที่ได้รับการขัดเกลา
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป

Hausman et al. (2010) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริง เพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วย หรือ กล่าวได้ว่า เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน กล่าวได้ว่า ถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปอยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้าง เช่น ทุกๆ วันที่ฝนตก วันนั้นไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ เนื่องจากฝนตก จึงไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้เห็นได้ชัดว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยสามารถทำให้เชื่อมั่นได้เต็มที่ว่าข้อสรุปจะเป็นจริง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปที่เกินเลยข้อกล่าวอ้าง เช่น วันใดที่ฝนตก น้ำในคลองจะล้นตลิ่งขึ้นมาทุกครั้ง หากวันนี้ฝนตกน้ำต้องล้นตลิ่งแน่นอน ซึ่งข้อสรุปนี้อาจจะไม่เป็นจริงในวันนี้ก็ได้

ตาราง 1 เปรียบเทียบประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

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

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาส่วนใหญ่ ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า มีการแบ่งการให้เหตุผลออกเป็น 4 ประเภท โดย Lawson (2009) ซึ่งผู้วิจัยได้อ้างถึงในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดังนี้ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย

4. แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554, น. 40-42)

1. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา แล้วถามคำถาม โดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

โครงการ PISA เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกรอบการประเมินได้มีการวัดและประเมินการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมิน โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ และในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ ลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด คือ

1. แบบเลือกตอบ (Simple multiple-choice)
2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex multiple-choice)
3. แบบเขียนตอบปลายปิด (Closed constructed-response)
4. แบบเขียนตอบปลายเปิด (Opened constructed-response)

Lawson (2000) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) เป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ขั้ว (Two tailed test) แต่ละข้อจะมีคำถาม 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นกลุ่มของเหตุผลต่างๆ โดยให้เลือกเหตุผลที่ถูกต้องเหมาะสม ประกอบด้วย ข้อคำถาม 24 ข้อ

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 165-168) ได้พัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดมีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบและเขียนอธิบายตอบ ซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน

อารยา ปาละโชติ (2555, น. 166-169) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยจะใช้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ

ลฎาภา สุทธิกุล, และลือชา ลดาชาติ (2013, น. 110-119) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถามจำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ “Science: Thinking with Evidence” ของ New Zealand Council for Educational Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจง

จากการศึกษาการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านได้ออกแบบเอาไว้ 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยจะมีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาให้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งแบบทดสอบนั้นมีหลายลักษณะ ได้แก่ แบบเขียนตอบ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบ 2 ชั้น แบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยอ้างอิงตาม Lawson (2000) (The Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning: LCTSR) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ ที่เป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภูมิ ภาพหรือแผนภาพ ซึ่งนักเรียนเขียนตอบอย่างสั้นหรือเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นคำถามให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1. การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มุ่งเน้นศึกษาการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSES) ได้ให้ความสำคัญกับการโต้แย้งที่ได้กล่าวไว้ว่า “การสืบเสาะควรพิจารณาทั้งกระบวนการของการสำรวจ การทดลอง การอธิบาย และการโต้แย้ง” นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามเปลี่ยนมุมมองจากการปฏิบัติการบนฐานของ “Positivist” ที่มีมุมมองว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้นั้น ต้องเน้นไปที่ผลของการสังเกตการณ์ทดลอง มาเป็นมุมมองใหม่ โดยเน้นว่ากระบวนการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการทางสังคม และกิจกรรมหลักของนักวิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้ง (Driver, Newton, & Osborne, 2000, pp. 289-290) สอดคล้องกับ Berland, & McNeill (2009) อธิบายว่า “วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมทางสังคม โดยมีหัวใจสำคัญ คือ การโต้แย้ง การศึกษาวิทยาศาสตร์ควรเน้นการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมวิธีการคิดโดยไม่จำกัดเพียงแค่การคิดให้ได้ ซึ่งความรู้และข้อเท็จจริงเท่านั้น ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้การโต้แย้ง จึงควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเข้าร่วมการปฏิบัติดังเช่นนักวิทยาศาสตร์” นอกจากนี้ Newton (1999 as cited in Berland, & McNeill, 2009) กล่าวว่า “การโต้แย้ง คือ ส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

1.2 ความหมายของการโต้แย้ง

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ดังนี้

Van Emereen (1995, p. 154) กล่าวว่า “การโต้แย้ง หมายถึง การตอบสนองต่อความสงสัย ความคิดเห็นที่ตรงข้าม วัตถุประสงค์หรือการแย้งต่อสิทธิ ซึ่งมีการให้เหตุผลหรือการคัดค้าน เพื่อปรับใช้ในการแก้ปัญหาความคิดที่แตกต่างกัน”

Kuhn, & Udell (2003, p. 145) กล่าวว่า “การโต้แย้งหมายถึง กระบวนการสนทนาที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคล หรือ กลุ่มคน ที่ทำการโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่ตรงข้ามกับความคิด”

Jimenez-Aleixandre, & Erduran (2007, p. 3) นิยามการโต้แย้งใน 2 มุมมอง 1) การโต้แย้งเป็นการอธิบายความรู้ โดยใช้เหตุผลทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ หมายถึง การสร้างความหมายของแต่ละบุคคลที่เกิดขึ้นในความคิด การเขียนหรือการพูดคุยโดยใช้หลักฐานและเหตุผลในการประเมินและตัดสินข้อกล่าวอ้างที่แข่งขันกัน 2) การโต้แย้ง คือ การสร้างความหมายทางสังคม การโต้เถียงหรือการถกเถียงระหว่างบุคคล เป็นกิจกรรมทางสังคมที่บุคคลพยายามโน้มน้าวผู้อื่นด้วยการพูดหรือเขียนข้อยืนยันเฉพาะเรื่อง

Kolsto, & Ratcliffe (2007, p. 118) กล่าวว่า “การโต้แย้ง คือ การให้เหตุผลแบบไม่เป็นทางการมี 2 แบบ คือ การโต้แย้งโดยบุคคลและการโต้แย้งโดยสังคม ความหมายในแบบของบุคคลเกี่ยวกับสำนวนโวหารและสถานการณ์ที่มีการสร้างมุมมองที่เป็นจุดยืนของตัวเอง ส่วนความหมายของสังคมอ้างถึงการโต้แย้งระหว่างบุคคล”

Bricker, & bell (2008, p. 474) กล่าวว่า “การโต้แย้ง หมายถึง การอภิปรายหรือโต้แย้งที่รวมถึงการค้นคว้าหาความหมาย ทำความเข้าใจและการให้เหตุผล”

Sampson et al. (2011; Cavagnetto, 2010; Lin, & Mintzes, 2010; Simon et al., 2002) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุง ข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้อง และการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูล และพยานหลักฐานเข้า

เอกภูมิ จันทระขันตี (2559) ทักษะการโต้แย้ง คือ ความสามารถในการสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือ ข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน

จากความหมายของการโต้แย้งข้างต้น สรุปว่า การโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการสนทนา การเขียนเพื่อสร้างคำอธิบาย หรือค้นหาความหมาย ที่ประกอบด้วยเหตุผล ทฤษฎี หลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อใช้ในการตัดสินหรือประเมินข้อกล่าวอ้างที่ถูกนำเสนอ เพื่อปรับแนวความคิดให้เข้ากับการแก้ปัญหาที่มีความแตกต่างกัน

1.3 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เอาไว้ดังต่อไปนี้

Kuhn (1993, p. 323) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการนำเสนอ การสนับสนุน ประเมินและปรับปรุงการข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดขึ้นภายในกลุ่มและภายใต้ระเบียบวิธีที่แสดงถึงคุณค่าทางสังคมวิทยาศาสตร์

Stark, Puhl, & Krause (2009, p. 52) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การใช้กฎและหลักฐานในการสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้าง หรือหมายถึง กระบวนการสร้างข้อเสนอกจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูล

Berland, & Reise (2011, p. 192) กล่าวว่า “การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่สะท้อนถึงกระบวนการที่บุคคลในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยใช้การศึกษา ประเมิน วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง”

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 43) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนของสังคมวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการสร้าง นำเสนอ ประเมิน ตรวจสอบ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎีและหลักฐาน

จากความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอข้างต้น สรุปว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางสังคมที่นักวิทยาศาสตร์แสดงถึงข้อกล่าวอ้างโดยใช้ข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎีและหลักฐาน เพื่อเป็นข้อมูลในการนำเสนอ สนับสนุน ประเมิน วิพากษ์ และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่เชื่อถือได้

1.4 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

นักวิจัยและนักการศึกษาได้ให้มุมมองของการโต้แย้งว่าเป็นสิ่งที่สมควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง โดยกล่าวถึง ประโยชน์ของการโต้แย้งเอาไว้ดังนี้

Newton et al. (1999 as cited in Dawson, & Venville, 2010, p. 143) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้การโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนเอาไว้ดังนี้

1. การได้แย่งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น หากนักเรียนได้แย่งชิงวิทยาศาสตร์จึงนับว่าเป็นการเริ่มต้นการทำความเข้าใจ เกณฑ์และการอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์ และทำให้เข้าใจวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2. กิจกรรมของการได้แย่งชิงวิทยาศาสตร์ที่ให้ออกาสผู้ที่มีส่วนร่วมได้อภิปรายนั้น จะทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จึงนับเป็นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการพูดหรือเขียนอธิบายมโนทัศน์ส่งเสริมการตัดสินใจ ทำให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์วิทยาศาสตร์มากขึ้น

Jimnez-Aleixandre, & Erduran (2007 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 44) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ แล้วสรุปประโยชน์ของการได้แย่งชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การได้แย่งส่งเสริมเข้าถึงกระบวนการทางปัญญาและเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นลักษณะของผู้เชี่ยวชาญ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองทางปัญญาและการพิจารณาว่าห้องเรียนนั้น เหมือนห้องเรียนของนักเรียน

2. การได้แย่งส่งเสริมพัฒนาการของสมรรถนะการสื่อสารและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประโยชน์ข้อนี้จากมุมมองของทฤษฎีการสื่อสารและมุมมองด้านสังคมและวัฒนธรรม

3. การได้แย่งส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่ส่งเสริมการพูดถึงและการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ประโยชน์นี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาทางภาษาและสังคม

4. การได้แย่งส่งเสริมให้นักเรียนได้รับวัฒนธรรมการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ และพัฒนาเกณฑ์ในการประเมินความรู้ ประโยชน์ข้อนี้มาจากมุมมองด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านทฤษฎีความรู้

5. การได้แย่งเสริมพัฒนาการของการให้เหตุผล โดยเฉพาะการให้เหตุผลกับทฤษฎีหรือจุดยืนที่แตกต่างกัน ประโยชน์นี้มาจากมุมมองด้านปรัชญานักวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ Jimnez-Aleixandre, & Erduran (2007 อ้างถึงใน สันติชัย อนุวรชัย, 2553, น. 44) ได้สรุปประโยชน์ของการได้แย่งตามเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกล่าวว่า “การศึกษาวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญ 2 ประการ คือ 1) วิทยาศาสตร์สำหรับปวงชน (Science for All) และ 2) วิทยาศาสตร์สำหรับนักวิทยาศาสตร์ (Science for Prospective Scientist) การได้แย่งสามารถเข้าถึงเป้าหมายทั้ง 2 ประการได้เพราะเป็นการพัฒนากระบวนการทางปัญญาขั้นสูง สามารถเข้าถึงวัฒนธรรมของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความเข้าใจในทฤษฎีความรู้”

1.5 การบูรณาการการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เข้าสู่การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักเรียนนั้น คือ การส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักนำหลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง มาสร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ นักเรียนจะสามารถเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถสร้างได้อย่างถูกต้องนั้น นักเรียนต้องได้รับโอกาสในการสร้างและประเมินข้อกล่าวอ้าง รวมทั้งฝึกการโต้แย้งผ่านการใช้หลักฐาน และการให้เหตุผล (Suppe, 1998) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะมีประสิทธิภาพได้ต้องประกอบไปด้วย 2 สิ่งหลักๆ คือ ความรู้ในเนื้อหาที่จะใช้ในการโต้แย้ง และความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบในการแย้ง (Simon et al., 2002)

การส่งเสริมให้นักเรียนได้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการสอนและการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl, & Osbrone, 2002 as cited in Sampson, & Schleigh, 2013, p. 12) โดยการให้ผู้สอนเปลี่ยนแปลงการสอนของตนเอง ด้วยการตั้งคำถามว่า เรารู้ได้อย่างไร “how we know” ในวิชาชีววิทยา (เช่น ความรู้ใหม่ๆ ถูกสร้างมา และน่าเชื่อถือได้อย่างไร) แล้วตามด้วยคำถามว่า พวกเราทราบอะไรบ้าง (what we know) เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตบนโลก (เช่น ทฤษฎี ภูมิ มโนทัศน์) ผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องเน้นความสามารถและนิสัยของผู้เรียนว่านักเรียนจำเป็นต้องมีการสร้างและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการโต้แย้งและการประเมินข้อกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งโดยผู้อื่น

แนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การบูรณาการทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Cavagnetto, 2010) กล่าวคือ การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้วิทยาศาสตร์

2. ความเป็นมาในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พัฒนาโดยคณะผู้วิจัย 5 ท่าน ของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Walker, & Zimmerman จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Groom, & Anderson จาก The Florida State University

ซึ่งเป็นความพยายามที่จะนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบ โดยเพื่อนบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้ศรัทธา และแนวคิดศรัทธาทางสังคม โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อสร้างประสบการณ์ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความเสมือนจริง คณะผู้วิจัยพัฒนารูปแบบดังกล่าว และทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี แล้วนำเสนอผลการทดลองใช้ในงานวิจัยชื่อว่า Argument Driven Inquiry รูปแบบการเรียนการสอนสำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการทางเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยนำเสนอในการประชุมนานาชาติ ว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ ประจำปี ค.ศ. 2010 (Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching: NARST, 2010) ณ เมืองฟิลาเดเฟีย มลรัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เดือนมีนาคม ค.ศ. 2010 โดยกล่าวถึงความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวไว้ ดังนี้

จากรายงานปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกา การสำรวจตรวจสอบในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (America's Lab Report Investigations in High School Science) ในปี ค.ศ. 2005 ของประเทศสหรัฐอเมริกา สภาการวิจัยแห่งชาติให้ข้อเสนอแนะ หลายประการสำหรับการพัฒนาทักษะและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติ (Laboratory Activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียนจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียนและอภิปรายงานที่นักเรียนปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสร้างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 42)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงกิจกรรม ปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่หน่วยการเรียนการสอนบูรณาการได้ช่วยพัฒนานักเรียนไปสู่เป้าหมายของ สภาการวิจัยแห่งชาติได้ โดยการให้โอกาสนักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง เขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ เพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น และมีการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย หลายเรื่องที่ชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนที่มีการให้โอกาสดังกล่าวกับนักเรียนมีประสิทธิภาพ ในการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการปฏิบัติแบบ ดั้งเดิม (NRC, 2007 as cited in Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 42) เช่นเดียวกับหน่วยการเรียนรู้

บูรณาการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสนใจของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะ การอ่าน การเขียน และการสื่อสาร ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ พยายาม ตอบสนองต่อเป้าหมายดังกล่าวอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ เป้าหมายสำคัญของการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนนี้ ยังรวมถึงการพัฒนาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) จิตวิทยาาสตร์ (Scientific Habits of Mind) วิธีการให้หลักฐานกับคำอธิบาย (Provide Evidence for Explanations) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพิจารณาทางเลือก (Think Critically about Suggested Alternatives) อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้สอนพัฒนาการอ่านและการเขียนของนักเรียน ซึ่งจะช่วยสนับสนุน การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 47)

3. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอยู่บนพื้นฐาน ของทฤษฎีการเรียนรู้ศรวรณินยม (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Tobin, 1993; Glasersfeld, 1989 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 562) มุมมองของการเรียนรู้นี้ ถูกค้นพบบนพื้นฐาน ข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถส่งผ่านได้โดยตรงจากบุคคลหนึ่งสู่บุคคลหนึ่งได้ แต่ถูกสร้าง จากตัวผู้เรียนเอง (Driver et al., 1994) การสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง เรียกว่า personal constructivism หรืออาจเกิดขึ้นจากกระบวนการทางสังคม เรียกว่า Social constructivism โดย Piaget (2003 อ้างถึงใน ทิศนา แหมมณี, 2557, น. 90-91) อธิบายการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (personal constructivism) ว่าพัฒนาการทางเซาร์ปัญญาของบุคคล มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ หรือดูดซึมและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับ ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้ หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่ สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยให้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget (1972 อ้างถึงใน ทิศนา แหมมณี, 2557, น. 91) เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเซาร์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกอทสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับ อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อม ทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่างๆ เริ่มตั้งแต่สถาบัน ครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเซาร์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายัง เป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเซาร์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทาง

ความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน (ทิตินา แชมมณี, 2557, น. 91) ในวิชาวิทยาศาสตร์ความสัมพันธ์ทั้ง 2 อย่างนี้ ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือและสัญลักษณ์ ในการสร้างสังคมวิทยาศาสตร์ (Honson, 2008) มันเป็นสิ่งสำคัญที่เน้นว่านักเรียนจะเรียนรู้ ในการใช้เครื่องมือ สัญลักษณ์ และภาษาทางสังคมวิทยาศาสตร์อย่างไร (Driver et al., 1994) และเครื่องมือ สัญลักษณ์ และภาษาทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้างที่จะต้องเรียนรู้ (Walker, & Sampson, 2013, p. 562)

การจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสำรวจตรวจสอบ (National Research Council, 1996) ก่อนที่จะอธิบายธรรมชาติของการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะว่าสามารถเอามาใช้กับวิชาปฏิบัติการนั้น Schwab ได้ให้คำชี้แนะว่ากระบวนการสืบเสาะนั้นมี 3 ระดับ อันได้แก่ ระดับที่ 1 การปฏิบัติการที่คิดเองหรืออยู่ในหนังสือสามารถถูกใช้ให้เกิดคำถามและอธิบายขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบคำถามนั้นๆ ดังนั้น จึงฝึกให้นักเรียนได้ค้นพบทั้งที่ไม่พร้อมที่จะรู้ ระดับที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ถูกใช้ให้เกิดข้อคำถาม แต่วิธีการในการสำรวจตรวจสอบและคำตอบของคำถาม ผู้เรียนต้องค้นหาและตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีเหล่านั้นแทน ส่วนระดับที่ 3 ในระดับนี้จะไม่มีหนังสือหรือคู่มือให้แก่ผู้เรียน แต่ผู้เรียนต้องเกิดข้อคำถาม แล้วค้นหาวิธีหรือคิดค้นวิธีการตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลเองเพื่อให้สามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นได้ (National Research Council, 2000) มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหลากหลายรูปแบบซึ่งถูกนำมาใช้ในระดับปริญญาตรีมากขึ้น และรูปแบบการสืบเสาะส่วนใหญ่จะใช้ระบบของ Schwab ในระดับที่ 2 (Farrel et al., 1999; Lewis, & Lewis, 2005; Rudd et al., 2007 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 563) สิ่งเหล่านี้นำมาซึ่งเกี่ยวกับรูปแบบในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงกฎ ในการประเมินผู้เรียนธรรมชาติของเนื้อหาวิชางานและการวัดและประเมินผล รวมถึงสังคมในห้องเรียน ดังนั้น จึงเกิดการรวมเอาการโต้แย้งมา ร่วมกับการสืบเสาะมาใช้ในการสอนปฏิบัติการ โดยใช้ชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Walker, Sampson, & Zimmerman, 2011) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญโดยให้ศูนย์กลาง คือ การโต้แย้งและความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากกลไกการโต้แย้ง โดยกระบวนการทางสังคม โดยผ่านการตีความของข้อมูลประจักษ์พยานในระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปฏิบัติการเป็นฐาน (Walker, & Sampson, 2013, p. 563)

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the Task and Guiding Question) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือการสร้างความสนใจให้กับนักเรียน สร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษา และเพื่อชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ขณะที่นักเรียนจะต้องจดจ่อและเริ่มคิดถึงประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมา เพื่อเชื่อมโยงกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน Sampson, Grooms, & Walker (2009, pp. 43-47) แนะนำว่า ผู้สอนควรใช้คู่มือ (Handout) เพื่อแนะนำการดำเนินการสำรวจตรวจสอบอย่างสรุป และใช้คำถามหรือนำเสนอปัญหาหรือภาระงานที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่ กำลังจะเรียน ซึ่งคู่มือที่ผู้สอนใช้นั้นต้องเป็นการรวบรวมข้อมูลสำคัญที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นตอนต่อไป เช่น อุปกรณ์และวัสดุในการปฏิบัติการ เป็นต้น รวมถึง Walker, & Sampson (2013, p. 565) แนะนำว่าการที่ผู้สอนตั้งคำถามวิจัยที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐาน เพื่อนำมาสู่การสรุปได้เหมาะสมและถูกต้อง เมื่อผู้สอนถามคำถามนักเรียน คำถามนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ และเพื่อออกแบบวิธีการตรวจสอบต่อไป ดังนั้น ในขั้นนี้จึงสามารถส่งเสริมการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Walker, & Sampson, 2013, p. 565)

4.2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือกัน เพื่อร่วมกันคิดและพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้สอนให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบ เช่น การทดลอง หรือการสังเกต หรือการบันทึกผล หรือการวิเคราะห์ผล เป็นต้น ซึ่งเป็นการอธิบายถึงวิธีการที่นักเรียนจะดำเนินการ โดยเฉพาะกรณีที่มีการสำรวจตรวจสอบนั้น มีความซับซ้อนหรือต้องใช้สารเคมีที่มีอันตราย โดยผู้สอนอาจทำหน้าที่ตรวจสอบวิธีการที่นักเรียนคิด เพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบดังกล่าวนั้นมีความสมบูรณ์และปลอดภัย เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้ นอกจากต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้ว ยังเป็นการพัฒนาให้นักเรียนรู้จักวางแผน และเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลอง และเพื่อใช้ข้อมูลที่วิเคราะห์นั้นในการตอบคำถามวิจัย (Bell, Smetana, & Binns, 2005) รวมถึงการที่ผู้เรียนได้สืบเสาะในขั้นตอนนี้เป็นโอกาสที่ดีในการเตรียมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง รวมถึงเตรียมพร้อมต่อการเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นในขั้นต่อไปได้ (Abrams, Southerland, & Evans, 2008)

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop an Initial Argument) ในขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้างคือ คำตอบที่ตอบในคำถามชี้แนะในขั้นที่ 1 ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการโต้แย้ง เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้ คือ การเน้นให้นักเรียนได้จัดกระทำวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษารวมถึงให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง (Hodson, 2008) การเรียนการสอนในขั้นนี้ จึงนับเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการตัดสินใจ รู้จักใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือ เพื่อสนับสนุนคำอธิบายที่สำคัญ ยิ่งไปกว่านั้นในขั้นตอนนี้ยังช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนสร้างความคิด หลักฐานและเหตุผลในเชิงประจักษ์ รู้จักการประเมินความคิดที่แข่งขันกัน รวมทั้งการพิจารณาคำอธิบายที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่ หรือกล่าวได้ว่า จะช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ทำและมองเห็น (Sampson, Grooms, & Walker, 2009, pp. 43-44) รวมถึงตีความข้อมูลที่ได้จากสืบเสาะหาความรู้จากการทดลองหรือสืบเสาะ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่า ตัวบ่งชี้ของขั้นตอนนี้สามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ วิเคราะห์และตีความข้อมูล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Walker, & Sampson, 2013, pp. 563-565) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ และประเมินข้อโต้แย้งหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน (Walker, & Sampson, 2013, p. 564; Hodson, 2008 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 565)

4.4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) สำหรับขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีโอกาสในการประเมินและปรับปรุงผลงานของการสำรวจตรวจสอบร่วมกันทั้งชั้นเรียนหรือเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ โดยการแบ่งปันความคิดเห็นต่างๆ ร่วมกัน เป็นการโต้แย้งเกิดขึ้นมา นักเรียนได้ติชม

วิพากษ์ข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นๆ กล่าวอีกอย่างหนึ่ง คือ ในขั้นนี้นักเรียนได้เรียนรู้การวิพากษ์ข้อสรุป คำอธิบายต่างๆ หรือข้อโต้แย้งต่างๆ กระบวนการทดลอง รวมถึงเนื้อหา ทฤษฎี กฎ ข้อมูลเชิงประจักษ์ต่างๆ ที่ได้จากการสืบเสาะนั่นเอง เป้าหมายของขั้นตอนนี้ Sampson, Grooms, & Walker (2009, p. 44) ได้กล่าวถึง ผลการวิจัยที่ผ่านมาที่ชี้ให้เห็นว่า “นักเรียนนั้นเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อนหรือได้รับความท้าทายบางประการ มีการสื่อสารข้อกล่าวอ้างในมุมมองของตนเอง และมีการประเมินข้อดีของความคิดที่แข่งขันกัน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้” ในขั้นตอนทั้ง 2 ขั้น คือ ขั้นที่ 3 และ 4นี้นักเรียนจะได้พัฒนาความเข้าใจพื้นฐานของทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น นำไปสู่การประเมิน และตัดสินใจว่าถ้าหากหลักฐานมีหลากหลาย มีความเที่ยงตรง มีนัยสำคัญ และเพียงพอจะนำไปสู่การส่งเสริมข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างได้ชัดเจนมากขึ้น ขั้นตอนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อทำให้ความคิดเห็นของนักเรียน หลักฐาน และเหตุผลต่างๆ ได้ถูกประเมิน โดยนักเรียนได้ประเมินทางเลือกของตนเองและกำจัดความคาดคะเนของตน หรือข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องหรือไม่พอดีกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ตัดสินใจนำไปสู่การสรุปได้ดีขึ้น โดยความสามารถในการประเมินข้อกล่าวอ้างในบริบทของวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญ เพราะงานวิจัยหลายๆ งานชี้ให้เห็นว่านักเรียนมักจะพึ่งพาเกณฑ์หรือหน่วยงานภายนอกในการตัดสินใจว่าความคิดนี้จะยอมรับหรือปฏิเสธ เช่น พวกเขาพยายามที่จะเจรจาคำอธิบายต่างๆ กับผู้อื่น (Kuhn, & Reiser, 2005; Sampson, & Clark, 2009 as cited in Walker, & Sampson, 2013, pp. 564-566)

กิจกรรมการโต้แย้งนี้ ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนกัน สะท้อนถึงความคิดอันหลากหลายของนักเรียน รวมทั้งช่วยให้กลุ่มสามารถพิจารณาเกณฑ์สำหรับการอ้างอิงที่มีเหตุผล (Linn, & Eylon, 2006 as cited in Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 44) แนะนำว่า “ปกติแล้วนักเรียนจะมีความคิดต่อปรากฏการณ์หนึ่งๆ อันประกอบด้วย ความคิด นั่นคือ เสียงสะท้อน และมีความขัดแย้ง ความสับสน มีรูปแบบเฉพาะ มีความชอบใจ และมีพื้นฐานความคิดเกี่ยวกับหลักฐานที่ไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งพบว่า นักเรียนยังขาดเกณฑ์ในการแยกแยะความคิดดังกล่าวเหล่านี้” เช่นเดียวกันกับ Kuhn, & Reiser (2006 as cited in Sampson, Grooms, & Walker, 2009, p. 45) กล่าวว่า “นักเรียนมีแนวโน้มที่จะยึดถือเกณฑ์บางประการ เช่น ความน่าเชื่อถือหรืออำนาจของผู้สอน ในการตัดสินใจเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธความคิดในระหว่างการอภิปรายหรือโต้แย้ง ดังนั้น การกระตุ้นให้นักเรียนได้โต้แย้งนั้นจะทำให้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแยกแยะความคิดที่จะใช้เกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เข้มงวด รวมถึงการพัฒนาจิตนิสัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์” จากคำกล่าวข้างต้นสามารถนำมาเชื่อมโยงได้ว่า ในขั้นตอนนี้

นักเรียนจะเกิดความสามารถในการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ และประเมินข้อโต้แย้งหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน

4.5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion) ขั้นตอนนี้ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีปรับปรุงการออกแบบการตรวจสอบ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป และแนวคิดที่นำเสนอนี้เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบนั้นๆ หรืออาจจะแสดงกราฟ ตารางข้อมูล แผนภูมิ แล้วให้นักเรียนได้อภิปรายผลข้อมูลที่ผู้สอนแสดงขึ้น จากนั้นผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงวิธีการตรวจสอบของกลุ่มตนเอง แล้วมีการถามคำถามเพื่อประเมินว่านักเรียนจะตัดสินใจทำหรือไม่ทำการตรวจสอบ ด้วยวิธีนั้น (Sampson, & Gleim, 2009, p. 470) จากเป้าหมายของขั้นตอนนี้เห็นได้ว่า นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ ตีความข้อมูล ระบุหลักฐานและการให้เหตุผล โดยในขั้นนี้ผู้สอนจะเป็นผู้ควบคุมและสอนวิธีการวิเคราะห์ แปลงข้อมูล ตีความให้แก่นักเรียน รวมถึงสอดแทรกเนื้อหาหลงไปด้วย

4.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an investigation Report) สำหรับขั้นตอนนี้ เป็นการนำการเขียนเข้ามาใช้จัดการเรียนการสอน เนื่องจากการเขียนมีความสำคัญในประเด็นที่ว่า การเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการอ่านและทำความเข้าใจงานเขียนของผู้อื่น สามารถประเมินคุณภาพและแลกเปลี่ยนผลของงานวิจัยของตนเองด้วยการเขียน ดังนั้น การเขียนเป็นการให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดที่ชัดเจนและกระชับ นับเป็นการกระตุ้นเมตาคognition ตลอดจนพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของบทเรียน นอกจากนี้ Sampson, Grooms, & Walker (2009, p. 44) เสนอว่า “รายงานที่นักเรียนเขียนในขั้นตอนนี้ เป็นรายงานที่ให้นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่ทำ และกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่ารู้อะไร (What they know) รู้ได้อย่างไร (How they know it) และเพราะเหตุใดจึงเชื่อสิ่งนั้น (Why they believe it)” เรียกงานนี้ว่า “รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษาคืออะไร และเพราะเหตุใด 2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติเช่นนั้น และ 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนกล่าวไว้อย่างไร โดยขั้นตอนนี้นักเรียนต้องสรุปกิจกรรมที่ได้โดยนำมาเขียนเป็นรายงานผลการตรวจสอบ ซึ่งต้องมีการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ รูปภาพ หรือตาราง แล้วนำมาวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้าง

ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล รวมถึงระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง แล้วสื่อสารออกมาในรูปแบบการเขียนรายงาน (Walker, & Sampson, 2013, p. 567)

4.7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) หลังจากให้นักเรียน เขียนรายงานผลการตรวจสอบมาแล้ว ให้ผู้สอนรวบรวมแล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่มจำนวน 3-4 ผลงานต่อกลุ่ม พร้อมกับแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งประกอบด้วย เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงานและการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน นอกจากนี้ภายในกลุ่มยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง และการอธิบายเหตุผลของรายงานที่ได้รับการตรวจสอบว่าดีหรือจำเป็นต้องปรับปรุง จึงนับเป็นการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม เพราะต้องมีการลงมติดังกล่าว ผลจากกิจกรรมในขั้นตอนนี้ คือ นักเรียนจะเริ่มยอมรับเกณฑ์ที่เข้มงวดสำหรับการประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเรียนรู้คุณค่าของการตรวจสอบโดยเพื่อนในสังคมวิทยาศาสตร์และสังคมแห่งการเรียนรู้ (Walker, & Sampson, 2013, p. 567) จากข้อความข้างต้นเห็นได้ว่า ขั้นตอนนี้สามารถส่งเสริมการแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ รูปภาพ หรือตาราง แล้วนำมาวิเคราะห์และตีความข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล รวมถึงระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพราะนักเรียนต้องตรวจสอบรายงานของเพื่อนว่าถูกต้องหรือไม่ จำเป็นต้องใช้ความสามารถทั้งหมดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

4.8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report) หลังจากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนแล้ว จะมีการคืนกลับรายงานให้ผู้เขียนรายงาน เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวน และปรับปรุงรายงานใหม่ตามคำแนะนำหรือการตอบกลับของเพื่อน เป้าหมายของกิจกรรมในขั้นนี้ เพื่อทำให้กิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนมีความหมายยิ่งขึ้น อีกทั้งการปรับปรุงเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อให้ย้อนกลับมาโดยไม่มีการลงโทษ อันเป็นการปรับปรุงเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด และเมื่อมีการปรับปรุงแล้วให้นักเรียนส่งรายงาน เพื่อให้ผู้สอนตรวจให้คะแนน หลังจากที่มีการตรวจให้คะแนนแล้ว ผู้สอนต้องทำหน้าที่สะท้อนผลการประเมินด้วยการให้นักเรียนพูดถึงเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันทบทวน ตรวจสอบผลการศึกษา อีกทั้งผู้สอนยังสามารถตรวจสอบบันทึกที่ผิด และสามารถแก้ไขให้ถูกต้อง

5. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ตาราง 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	บทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
1. การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the Task and Guiding Question)	มอบสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำตอบที่คาดคะเนจากสถานการณ์ปัญหา สำรวจความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์	ทำความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือคาดคะเนคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
2. การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data)	1. แบ่งกลุ่มนักเรียนมอบหมายให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูล 2. ที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและข้อกล่าวอ้างให้ใบกิจกรรมที่กำหนดแนวทาง 3. การสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนการทำกิจกรรม สำรวจความเข้าใจของนักเรียนในการสร้างข้อมูล และ 4. ให้แนวทางในการเลือกข้อมูล	1. จัดกลุ่มกับเพื่อน 2. จำแนกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และ ข้อกล่าวอ้าง 3. แบ่งหน้าที่ในการสืบค้นกับสมาชิกภายในกลุ่ม 4. สำรวจตรวจสอบข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมในการกำหนดแนวทาง
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop an Initial Argument)	มอบหมายให้นักเรียนสร้างการโต้แย้งภายในกลุ่ม เพื่อสร้างโปสเตอร์ในการนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง จัดสรรอุปกรณ์ กระดาษโปสเตอร์ ปากกาสี สำหรับการโต้แย้งภายในกลุ่มของนักเรียน สำรวจความก้าวหน้าของชิ้นงาน	1. สร้างการโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นเพื่อแสดงข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองกับสมาชิกภายในกลุ่ม 2. สร้างชิ้นงานที่ได้จากการโต้แย้งเบื้องต้น 3. เตรียมนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session)	1. มอบหมายให้นักเรียนนำเสนอข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองต่อสมาชิกในชั้นเรียน 2. สนับสนุนให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นผ่านกิจกรรมการโต้แย้งที่เน้นการใช้หลักฐานและเหตุผล 3. ควบคุมให้กิจกรรมการโต้แย้งให้ดำเนินต่อเมื่อเกิดความขัดข้อง 4. สรุปกิจกรรมการโต้แย้งของแต่ละกลุ่ม 5. จัดบันทึกคำถามหรือประเด็นที่น่าสนใจ	1. นำเสนอการโต้แย้งของตนเอง 2. แสดงความคิดเห็นในการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและเหตุผล 3. จัดบันทึกประเด็นที่น่าสนใจจากการโต้แย้งกับสมาชิกภายในห้อง
5. การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion)	1. ครูนำการอภิปรายโดยเชื่อมโยงกับการโต้แย้ง สถานการณ์ และเนื้อหา 2. ครูอภิปรายประเด็นที่ติดค้าง หรือประเด็นที่ขาดหายไปในการโต้แย้ง 3. กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อสรุปจากการอภิปรายด้วยตัวนักเรียนเอง	1. ร่วมอภิปรายถึงประเด็นที่เกิดในการโต้แย้ง และเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา และเนื้อหา 2. ถาม และคำตอบคำถามในประเด็นที่น่าสนใจ 3. สรุปการอภิปรายและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
6. การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an investigation Report)	1. มอบหมายให้นักเรียนสรุปการทำงานที่ผ่านกิจกรรมมาทั้งหมดในรูปของงานเขียนในรายงานการโต้แย้ง 2. ตรวจสอบการเขียนรายงานการโต้แย้งของนักเรียน	1. เขียนรายงานการโต้แย้งให้ครบทุกองค์ประกอบสำคัญ 2. ปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้งและการอภิปรายแล้วสรุปลงในรายงานการโต้แย้ง

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง	บทของครูในการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	บทบาทของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	3. แจ้งให้นักเรียนทราบว่าข้อมูล ในรายงานการโต้แย้งสามารถ เปลี่ยนแปลงได้	
7. การตรวจสอบ โดยเพื่อน (Double- blind Group Peer Review)	1. ครอบคลุมหมายให้นักเรียนทำ สำเนารายงานการโต้แย้งของนักเรียน และลบชื่อของตัวเอง 2. แจกรายงานการโต้แย้ง ให้ผู้ประเมินแบบสุ่ม 3. มอบหมายให้นักเรียนประเมิน รายงานการโต้แย้งของเพื่อน 4. ส่งคืนรายงานการโต้แย้งและ ให้นักเรียนปรับปรุงรายงานตาม คำแนะนำ	1. ทำสำเนาและลบชื่อของตน ออกจากรายงานการโต้แย้ง 2. ประเมินรายงานการโต้แย้ง ของเพื่อน 3. ปรับปรุงรายงานการโต้แย้งของ ตนเองตามคำแนะนำของผู้ประเมิน
8. การปรับปรุงและ ส่งรายงาน (Revise and Submit the Report)	ตรวจรายงานการโต้แย้งของนักเรียน และส่งกลับให้ปรับปรุงหากพบส่วน ที่ควรปรับปรุงพัฒนา	ปรับปรุงรายงานและส่งรายงาน การโต้แย้งให้กับครูผู้สอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

สำเร็จ นางสุคุณ (2557) ได้ศึกษาการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการให้
เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 72 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับกลยุทธ์
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับ
การเรียนรู้แบบปกติ ทำการทดลองทั้งสิ้นเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และมีการเก็บข้อมูลโดยเครื่องมือ
2 ชนิด คือ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งมีลักษณะเป็น แบบ

ทดสอบแบบ Two-tier ประกอบด้วย สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 12 สถานการณ์ รวมมีข้อสอบทั้งสิ้น 24 ข้อ ในแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกแบบปรนัย 3-4 ตัวเลือก แบบทดสอบนี้อ้างอิงมาจาก Lawson (2010) ที่สร้างขึ้น โดยแบ่งลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ด้านย่อย ได้แก่ การอนุรักษ์มวลและปริมาตร (Conservation of Mass and Volume: CMV) การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking: PPT) การคิดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking: PBT) การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking: CT) การควบคุมตัวแปร (Control of Variables: COV) และการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน (Hypothetical-deductive Reasoning: HDR) และ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบ Two-tier อีกเช่นกัน แต่มีจำนวน 2 ฉบับ ใช้สำหรับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยข้อสอบแต่ละฉบับจะประกอบด้วย ข้อคำถามทั้งสิ้น 8 ข้อ ในแต่ละข้อจะมี ตัวเลือกแบบปรนัย 3-4 ตัวเลือก แบบทดสอบนี้อ้างอิงมาจาก Tsui, & Treagust (2003) ที่สร้างขึ้น โดยแบ่งลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องพันธุกรรมออกได้เป็น 5 ด้านย่อย ได้แก่ การเชื่อมโยงจีโนไทป์ไปสู่ฟีโนไทป์ การสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียวที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงจีโนไทป์ไปสู่ฟีโนไทป์ การเชื่อมโยงฟีโนไทป์ไปสู่จีโนไทป์ การสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียวที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงฟีโนไทป์ไปสู่จีโนไทป์ และการเชื่อมโยงข้อมูลลำดับเบสของดีเอ็นเอไปสู่ลำดับของกรดอะมิโนในการสังเคราะห์โปรตีน โดยผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิง สมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ ดิจิตอล เรื่อง พันธุกรรม ส่งผลต่อความก้าวหน้าในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั่วไป และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุกรรมของผู้เรียน

ประภา สมสุข (2558) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้เรียกว่า 213C เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการใช้หลักฐานที่รวบรวมได้จากข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยใช้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างนั้น และนำไปสู่การลงข้อสรุปด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์ และบริบททางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งรูปแบบการคิด การเขียน การนำเสนอ การโต้แย้ง โดยมีเป้าหมายเพื่อตัดสินใจอย่างมี เหตุผลที่จะยอมรับความคิดเห็นหนึ่งๆ ได้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เข้านำเข้าสู่ประเด็น 2) ขึ้นกำหนดหัวข้อในการโต้แย้ง 3) ขึ้นเก็บ

รวบรวมหลักฐาน 4) ขั้นสร้างการโต้แย้ง และ 5) ขั้นสื่อสารคำอธิบายไปยังกลุ่มอื่น กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 ห้อง รวมทั้งสิ้น 89 คน โดยการเลือกแบบสุ่มด้วยการจับฉลากเลือกห้อง และมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ชนิด ได้แก่ 1) แบบทดสอบความเข้าใจในทศน์ เรื่อง การเคลื่อนที่เป็นลักษณะข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 2) แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของ Wu, & Tsai (2011; Venville, & Dawson, 2010) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเขียนตอบในลักษณะความเรียง ประกอบด้วย 1) สถานการณ์ 2) ข้อมูลประกอบ สถานการณ์ เช่น ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือ กราฟ 3) คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผล ในรูปแบบการแสดงแนวคิด การสร้างข้อโต้แย้ง สนับสนุน การสร้างข้อโต้แย้งกลับ และการสร้างข้อโต้แย้งคัดค้าน จำนวน 3 สถานการณ์ และ ประกอบด้วย ข้อคำถามย่อย 4 ข้อ ในแต่ละสถานการณ์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยในด้านความเข้าใจในทศน์ เรื่อง แรง และการเคลื่อนที่ และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภคพร อิศระ, และอลิศรา ชูชาติ (2558) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียน การสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และนักเรียนกลุ่มที่เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน จุฬารัตนวิทยาวิทยาลัย ลพบุรี และใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เคมี และแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยในด้านการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน สืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ทำการเรียนรู้ด้วยวิธี ทั่วไป

จิราวัฒน์ แสงสร (2560) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะ ดังนี้ ในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ การยกสถานการณ์ และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้ ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ทดลอง สืบค้นหรือบันทึกผลด้วยตนเองเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับการอธิบายโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ทำให้เกิดการแยกแยะและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการโต้แย้งผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอธิบายและสรุปข้อมูลอีกครั้งในขั้นการอธิบายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ และขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบนั้นให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานตนเองในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงและส่งรายงานตามลำดับ การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูล วิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และ 2) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทดสอบของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ภัทราวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะนนท์, และจินตนา กล้าเทศ (2560) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในโรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ การสำรวจปรากฏการณ์

การพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และการลงข้อสรุป โดยวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยนำผลจากเครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัยทั้งสองชนิดมาหาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในภายหลัง ผลการวิจัยจากเครื่องมือทั้งสองชนิดสอดคล้องกัน โดยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยมีการพัฒนาทุกองค์ประกอบ

กุลวรรณ อินทะอุด (2561) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ต่อการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหลักสูตรโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ สังกัดมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงรอบ ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระหว่างเรียน ด้วยรายงานผลการทดลองรายบุคคลของนักเรียน

ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน และสามารถสำรวจตรวจสอบหาหลักฐานมาเพื่อโต้แย้งได้โดยให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองร่วมกับทฤษฎี จากการค้นคว้า และในขณะทำการโต้แย้ง ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในประเด็นหลักที่ศึกษา และกำกับดูแลไม่ให้อภิปรายนอกประเด็นมากเกินไป จากนั้น อภิปรายมโนทัศน์หลักร่วมกับนักเรียนโดยใช้หลักฐานจากการทดลอง และควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงรายงานผลการทดลองตามคำวิจารณ์ โดยจะต้องมีเหตุผลมารองรับการตัดสินใจนั้น ทั้งนี้ ผลจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับผลรายงานผลการทดลองระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนมีระดับขององค์ประกอบที่สำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นตามวงจรปฏิบัติการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Lawson (2009) ได้ทำการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผล 4 รูปแบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (abduction) เป็นการสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา (puzzling observation) หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ยังไม่อาจเข้าใจ เพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดา ถึงสิ่งที่เกิดขึ้น 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (retroduction) เป็นการนำสมมติฐานมาทำ การทดสอบข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deduction) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (induction) เป็นการสร้างข้อสรุป หรือลงข้อสรุป จากผลของการค้นคว้าหาความจริง ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำๆ โดยทำการศึกษา และวิเคราะห์การให้เหตุผลดังกล่าว จากกรณีตัวอย่างในประวัติศาสตร์ที่เป็นเรื่องราวการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์ 3 กรณี ได้แก่ 1) การค้นพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีของกาลิเลโอ 2) งานวิจัยเกี่ยวกับนกฟินช์ที่ชาร์ล ดาวิน ค้นพบของ Rosemary, & Peter Grant และ 3) งานวิจัยเกี่ยวกับบรรพบุรุษที่ได้รับความนิยมของ Marshall Nirenberg ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ในแต่ละกรณีตัวอย่างนั้น มีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ If Then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไปได้

Okumus, & Unal (2012) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของรูปแบบการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียน และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (The Effects of argumentation model on students' achievement and argumentation skills in science) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สถานะของสสารและความร้อน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทักษะการโต้แย้งของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการโต้แย้ง กระบวนการโต้แย้งที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ อ้างอิงมาจากรูปแบบการโต้แย้งของ Toulmin (1958) ที่มีส่วนประกอบ สำคัญ ได้แก่ 1) การกล่าวอ้าง (claim) ที่เป็นแนวคิด ความคิดเห็น หรือคำอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นมา 2) ข้อมูล (data) ที่ถือเป็นความจริงซึ่งใช้สนับสนุนการกล่าวอ้าง 3) การให้เหตุผล (warrant) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกล่าวอ้างและข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลนั้นสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร 4) ข้อสนับสนุน (backing) เป็นสมมติฐานหลักที่ใช้สนับสนุนการให้เหตุผลให้เป็นที่ยอมรับได้ และ 5) การโต้แย้ง (rebuttal) ที่จะเกิดขึ้นเมื่อการกล่าวอ้างนั้นไม่เป็นที่ยอมรับ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (เกรด 8) ในประเทศตุรกี จำนวน 2 ห้อง

ห้องละ 40 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละหนึ่งห้อง มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ชนิด ได้แก่ 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะใช้ทดสอบกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในตอนก่อนและหลังเรียน และ 2) แบบสัมภาษณ์ ถึงโครงสร้าง ซึ่งจะใช้เพื่อพิจารณาทักษะของนักเรียน และมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบด้วยสถิติ และวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยเกณฑ์การประเมิน ตามแนวคิดของ Toulmin (1958) ที่แบ่งทักษะการโต้แย้งออกเป็น 5 ระดับ ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการโต้แย้งมีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการเข้าใจในทัศนคติของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และบันทึกเสียงก็ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามลำดับ

Walker, & Sampson (2013) ได้ใช้วิธีรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน พบว่า วิธีนี้สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลปฏิบัติการมากขึ้น และสามารถเขียนรายงานการโต้แย้งได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐาน และประจักษ์พยานที่มีอยู่

Kant, Scheiter, & Oschatz (2017) ได้ทำการศึกษาผลการใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบ และการสืบเสาะแบบมีเป้าหมาย เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ 2 ช่วง โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 107 คน แบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรกทำการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายทั้งสองช่วง กลุ่มที่ 2 ใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายในช่วงที่ 1 และใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบในช่วงที่ 2 กลุ่มที่ 3 ใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบในช่วงที่ 1 และใช้การสืบเสาะแบบมีเป้าหมายในช่วงที่ 2 กลุ่มที่ 4 ใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบทั้ง 2 ช่วง ทำการเก็บข้อมูล 4 ครั้ง ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วงที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วงที่ 2 และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด โดยใช้คำถามแบบเลือกตอบและเขียนตอบโดยมีสถานการณ์เกี่ยวกับการทดลอง กำหนดให้นักเรียนจะตอบเลือกตัวเลือกตอบที่เป็นเหตุผล ในการสรุปผลการทดลองผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีทัศน์แสดงต้นแบบก่อน จะมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีกว่าแบบอื่น

Cetin, & Eymur (2017) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อทักษะการเขียน และการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด เพราะบทบาทในการโต้แย้งและการสืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะและความสามารถหลายๆ ด้านได้ เก็บข้อมูลโดยใช้การทดสอบ การเขียนข้อโต้แย้ง การประเมินโปสเตอร์ และแบบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ โครงสร้าง ข้อโต้แย้ง เนื้อหาของข้อโต้แย้ง และโครงสร้างการเขียน โดยที่องค์ประกอบที่พัฒนามากที่สุด คือ เนื้อหาของข้อโต้แย้ง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี จึงสามารถที่จะเขียนข้อโต้แย้งที่ดีได้ เนื่องจากองค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีการเก็บข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

กลุ่มเป้าหมาย

ในการวิจัยในครั้งนี้มีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้อง มีสมาชิกทั้งหมด 44 คน ประกอบด้วย นักเรียนหญิง 41 คน นักเรียนชาย 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโครงการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยปกตินักเรียนคุ้นเคยกับเรียนแบบบรรยายและยังไม่เคยได้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาชีววิทยา

ตัวแปรที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งมีขั้นตอนของการวิจัยที่มีกระบวนการทำงานเป็นวงจรทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยอ้างอิงผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยตามแนวคิดของ ชมัค (Schmuck, 2006 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149) โดยขั้นตอนของกระบวนการปฏิบัติมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan)

เริ่มจากที่ผู้สอน คิด เกี่ยวกับปัญหาทางด้านความรู้ ความสามารถ และพฤติกรรมของผู้เรียน เมื่อพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นคืออะไร ผู้สอนจะต้องกำหนดเป้าหมายเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ และศึกษางานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างเป็นวิธีการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา และสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

นำวิธีการที่ได้จากความรู้และประสบการณ์รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในขั้นที่ 1 ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้สอนมีการตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการทดลองในขั้นที่ 2 เพื่อสังเกตว่าวิธีการที่นำมาใช้นั้นได้ผลหรือไม่ มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยเพียงใด และจะต้องเปลี่ยนวิธีการเลยหรือไม่ โดยผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดเห็นว่า รู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมแบบนี้ ควรปรับเปลี่ยนส่วนไหน ได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือการวิจัยมาตีความ วิเคราะห์ และหาข้อสรุปที่เหมาะสมที่สุด

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้สอนนำผลที่ได้จากขั้นที่ 3 มาสะท้อนผลตนเอง และมีการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้ร่วมวิจัย เช่น เพื่อนร่วมสาย ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาว่าการจัดการเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ควรมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนวิธีปฏิบัติอย่างไรให้มีความเหมาะสม จากนั้น ผู้สอนต้องมีการตั้งเป้าหมายใหม่ ที่มีมาตรฐานสูงกว่าเป้าหมายเดิมที่ตั้งไว้ จากนั้นเริ่มวางแผนดำเนินการขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายหน่วย เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในเนื้อหา รายวิชาชีววิทยา ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรของโรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน ข้อสรุป และแสดงเหตุผลผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนการดำเนินกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุภาระงาน และข้อคำถาม 2) การสร้างข้อมูลและหลักฐาน 3) การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น 4) การสร้างการโต้แย้ง 5) การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายการโต้แย้ง 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน ซึ่งมีเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1.1 แผนการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม จำนวน 4 ชั่วโมง

1.2 แผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม 4 ชั่วโมง

1.3 แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้สำหรับตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยจำนวน 3 แผน

2.1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

2.2.1 แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ในการวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ ที่ลักษณะเป็นโจทย์สถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นแบบ เลือกตอบ ส่วนที่ 2 เป็นการเขียนอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในส่วนที่ 1

2.2.2 รายงานการโต้แย้งของนักเรียน ใช้ในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ส่วนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน ข้อสรุป และการปรับปรุงพัฒนา

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย			รายงาน การโต้แย้ง
	แผนการ จัดการ เรียนรู้	แบบสะท้อน ผลการจัด การเรียนรู้	แบบวัดการ ให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	
1. เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้วิจัย, ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอน)		
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการจัด การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ			✓ (นักเรียน)	✓ (นักเรียน)

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยวิชาชีววิทยา ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับรายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อกำหนดกรอบความคิดในด้านผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการศึกษาเอกสาร ดังนี้

1.2.1 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2.2 ผลการเรียนรู้ รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้เนื้อหาในการวิจัย 3 เนื้อหา ได้แก่ พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ซึ่งมีตามผลการเรียนรู้ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

1.2.3 หนังสือเรียนชีวเพิ่มเติม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 เนื้อหา ดังนี้

เนื้อหาที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

เนื้อหาที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม

เนื้อหาที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.3 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และการศึกษาจีโนม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย

1.4.1 ชื่อเรื่อง

1.4.2 ผลการเรียนรู้

1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.4 สาระสำคัญ

1.4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยใช้ขั้นตอนของ Enderle, Grooms, & Sampson (2012) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การระบุภาระงานและถามคำถาม
- 2) การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
- 4) กิจกรรมการโต้แย้ง
- 5) การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ
- 6) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ
- 7) การตรวจสอบโดยเพื่อน
- 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Lawson (2009)
1. การระบุภาระงานและข้อคำถาม (The Identification of The Task) คือ ผู้สอนจะระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่จะทำให้สืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน	การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
2. การสร้างข้อมูลและหลักฐาน คือ ผู้สอนแบ่งนักเรียนกลุ่ม 4-5 คน เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันคิดวางแผน วางขั้นตอน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยผู้สอนจะคอยสนับสนุน ในการจัดหาแหล่งเรียนรู้ในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง เช่น การทดลอง การสืบหาข้อมูล การสัมภาษณ์ การแก้โจทย์ปัญหานอกจากนั้นผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือในการสำรวจตรวจสอบในข้อหัวที่ทำการจัดการเรียนการสอน	1. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Lawson (2009)
3. การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น (The Production of a Tentative Argument) คือ ผู้สอนให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 และเรียกการนำเสนอข้อมูลที่ได้นี้ว่า “ข้อโต้แย้งเบื้องต้น”	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
4. การสร้างการโต้แย้ง (The Interactive Argument Session) คือ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐานของกลุ่มที่นำเสนอ	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
5. การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion) ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียนโดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนพุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
6. การเขียนรายการโต้แย้ง (The Creation of Written Investigation Report) คือ การที่ผู้สอนได้สนับสนุนให้นักเรียนรายบุคคลได้เขียนการรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อเป็นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิด และแสดงออกมาในรูปแบบของการเขียน โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) อะไรคือสิ่งที่คุณกำลังจะทำ และทำไมถึงอยากจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำสิ่งใดลงไปแล้วบ้าง 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำและคำอธิบายคำกล่าวอ้างของคุณ 4) สิ่งที่คุณควรปรับปรุงพัฒนา	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย

ตาราง 4 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ Lawson (2009)
7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) ผู้สอนให้นักเรียน แต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผล การสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ ของเพื่อน ในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนด และมีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ (feedback) โดยผู้สอนเป็นผู้รวบรวม รายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียน พร้อมกับแจกเอกสาร การตรวจสอบ โดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินและ เกณฑ์ที่ใช้ ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นให้นักเรียน ลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก	1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
8. การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the report) ผู้สอนให้นักเรียน แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบ ตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จาก กิจกรรม การตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับผู้สอนซึ่งจะเป็น ผู้ประเมินรายงานคนสุดท้าย	การให้เหตุผลแบบอุปนัย

1.4.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้

1.4.7 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และ
ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน
ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เป็นอาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้สอนผู้มีประสบการณ์สอนในเนื้อหาพันธุศาสตร์
มากกว่า 5 ปี และเป็นผู้สอนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาชีววิทยา จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบ
ความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา เวลา และความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็น
ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินผลของ
บุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) แบ่งออกเป็น 5 ระดับการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าระดับ 3.51 คะแนน คือ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมระดับมาก และมากที่สุดมาใช้ในการวิจัย ซึ่งเครื่องมือวิจัยผ่านการตรวจสอบ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา เวลา และความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าความเหมาะสม 4.52 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.8 ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องเหมาะสม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างกลุ่มเป้าหมาย คือ การปรับภาษาที่ใช้ในคำชี้แจงให้เจนและง่ายต่อการเข้าใจ การใช้คำถามนำเริ่มกิจกรรมมากขึ้นเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ การใช้คำถามที่ต้องการให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควรมีความชัดเจน และควรให้ข้อมูลพื้นฐานในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาด้วย

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ใช้ในการโต้แย้ง

แผนการจัด การเรียนรู้	ระยะเวลา	สถานการณ์	ประเด็นที่จะโต้แย้ง
แผนที่ 1 เรื่อง พันธุ วิศวกรรม	4 ชั่วโมง	การเลือกใช้เทคนิคทาง พันธุวิศวกรรมที่เหมาะสม ต่อสถานการณ์การใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ความแตกต่างและจุดประสงค์ของ การให้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม แต่ละประเภทที่เหมาะสมต่อการสร้าง อินซูลิน
แผนที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ ดีเอ็นเอ และ การศึกษาลิโนม	4 ชั่วโมง	การสร้างแถบดีเอ็นเอ แต่ละชนิดที่ได้จาก การใส่เอนไซม์ตัดจำเพาะ ต่างชนิดกัน	เข้าใจ ลำดับหลักการในการสร้าง PCR-RFLP และการอ่านแถบดีเอ็นเอ ซึ่งใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม ในการวิเคราะห์ลิโนมของข้าว
แผนที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอ	4 ชั่วโมง	การประยุกต์ใช้ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ เป็นหลักฐาน ทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อหาผู้ต้องสงสัย	การเลือกใช้เทคนิคทางเทคโนโลยี ดีเอ็นเอกับสถานการณ์ได้อย่าง เหมาะสมและการเชื่อมโยงผลของ ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ กับตัวอย่าง เพื่อใช้ เป็นหลักฐานในการระบุผู้ต้องสงสัย

2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่

2.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นแบบสังเกตที่ให้ผู้สอนหรืออาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยาอย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง โดยให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ในแต่ละขั้นตอนว่าเหมาะสมหรือไม่ ต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงบันทึกการสะท้อนถึงปัญหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้น และเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1.1 กำหนดขอบข่ายการบันทึก

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
8 ขั้น ได้แก่

- 1) ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ
- 2) ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบ และการเก็บรวบรวม
- 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
- 4) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง
- 5) ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ
- 6) ขั้นการเขียนรายงานผลการโต้แย้ง
- 7) ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน
- 8) ขั้นการปรับปรุงรายงาน

โดยแต่ละขั้นนั้นได้ส่งเสริมตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

2.1.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้น
การจัดการเรียนรู้

2.1.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนตามขอบข่ายพฤติกรรม
ที่กำหนด

2.1.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนที่สร้างขึ้นเสนอต่อ
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น

2.1.5 ปรับปรุง แก้ไข แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนแล้วนำไปใช้จริง
เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผล คือ ปรับภาษากระชับเข้าใจง่าย และแบ่งตารางหรือ
สัดส่วนที่แสดงพฤติกรรมของนักเรียนและพฤติกรรมของผู้สอนอย่างชัดเจน และให้พื้นที่ในการระบุ
ปัญหาแยกออกจากพื้นที่ในการให้คำแนะนำ เพื่อความสะดวกในการสะท้อนผลและการอ่าน

3. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่
เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

3.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ข้อสอบ
รูปแบบและลักษณะใดเหมาะสมกับเนื้อหา

3.3 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ จำนวน 8 ข้อ โดยใช้ขอบเขตของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบสำคัญ คือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (2 ข้อ) การให้เหตุผลเชิงอธิบาย (2 ข้อ) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (2 ข้อ) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (2 ข้อ)

3.4 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในการแก้ไข

3.5 ปรับปรุง แก้ไข แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับภาษาให้กระชับเข้าใจง่าย เลือกรูปภาพมีความชัดเจนหากรูปภาพเป็นขาวดำ ต้องเขียนบรรยายหรือระบุองค์ประกอบของภาพให้ชัดเจน

3.6 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้ไปใช้สะท้อนผลการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบ

วิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยจะมีการดำเนินการเก็บข้อมูลตามรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Kemmis, & Schmuck (n.d. อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ที่ประกอบไปด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกตการณ์ ขั้นการสะท้อนผล ทั้งหมด 3 วงรอบ ดังนี้

ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทุกคนเข้าร่วมกิจกรรมการได้แย้งก่อนเริ่มการทำวิจัย เรื่อง แนวคิดของการเกิดวิวัฒนาการ โดยใช้ ประเด็นของแนวคิดที่หลากหลายของทฤษฎีการเกิดวิวัฒนาการของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคยต่อการแสดงความคิดเห็น หรือถามคำถามในการได้แย้งได้เรียนรู้ข้อตกลงในการสร้างข้อโต้แย้ง โดยมีจุดประสงค์เพื่อการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน

ขั้นการวางแผนผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเนื้อหา เรื่อง พันธุวิศวกรรม จากนั้น ทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา และคำอธิบายรายวิชา ว30244 ชีววิทยาเพิ่มเติม 4 จากนั้น นำข้อมูลที่ศึกษามาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง อีกทั้งยังสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

2 เครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่กล่าวมาข้างต้น และสร้างเกณฑ์ประเมินเพื่อวิเคราะห์รายงานการโต้แย้ง

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และสะท้อนผลจากกิจกรรมดังนี้ กลวิธีการโต้แย้ง แผนที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบ คาบละ 55 นาที

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน หลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนครบตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 5 โดยที่นักเรียนจะได้สร้างข้อกล่าวอ้าง หาหลักฐาน และสร้างข้อสรุปของตนเองผ่านกิจกรรมการโต้แย้ง และได้ร่วมเข้ากิจกรรมการอภิปรายแล้วนั้น ในขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การเขียนรายการโต้แย้ง ผู้สอนให้นักเรียนรายบุคคลได้เขียนการรายการผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อเป็นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิด และแสดงออกมาในรูปของการเขียน โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) อะไรคือสิ่งที่คุณกำลังจะทำ และทำไมถึงอยากจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำสิ่งใดลงไปบ้าง 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำ และคำอธิบายคำกล่าวอ้างของคุณ 4) สิ่งที่คุณปรับปรุงพัฒนา ในขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ผู้สอนให้นักเรียน แต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยผู้สอนเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียน พร้อมกับแจกเอกสาร การตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้น ให้นักเรียนลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก เพื่อทำกิจกรรมต่อในขั้นที่ 8 เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมทั้งหมด ผู้วิจัยจะเก็บสำเนารายงานการโต้แย้งไว้ เพื่อบันทึกว่านักเรียนคนใดวิจารณ์โดยใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพื่อไปสะท้อนผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ทบทวนแก้ไข และส่งรายงาน นักเรียนจะทำการแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของผู้วิจารณ์โดยที่สามารถเลือกได้ว่า จะแก้ไขตามคำแนะนำนั้นหรือไม่ หากไม่แก้ไขจะต้องเขียนบอกว่าทำไมจึงไม่แก้ไขตามคำแนะนำนั้น โดยนักเรียนจะต้องเขียนเพิ่มอีกหนึ่งฉบับเป็นฉบับแก้ไข หลังจากแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้ว แล้วจึงส่งให้ผู้วิจัย และผู้วิจัยจะเก็บเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับฉบับก่อนแก้ไข และฉบับที่ถูกวิจารณ์ว่านักเรียนได้แก้ไขหรือไม่ หากไม่แก้ไขทำไมจึงไม่แก้ไข เพื่อไปสะท้อนการพัฒนา การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และผู้วิจัยจะบันทึกแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ คนละ 1 ชุด แต่ละคนจะบันทึกเขียนความเห็นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดให้ในแต่ละแผน รวมทั้งความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรมการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ (4 คาบ) โดยจะบันทึกแยกในแต่ละขั้นทั้งหมด 8 ขั้น โดยการอธิบายและบรรยายปัญหาที่เกิดขึ้น และการตอบสนองของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ แยกตามลำดับขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะใช้รายงานการโต้แย้ง และการเก็บข้อมูลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และผู้วิจัยจะสะท้อนผลการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งด้วยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่บันทึกระหว่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ ผู้วิจัยจะพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปตอบ คำถามวิจัยที่ 1 ส่วนรายงานการโต้แย้งจะถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อสะท้อนถึงการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ดีเอ็นเอและการศึกษาจีโนม

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามผลการวิเคราะห์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และจัดเตรียมเครื่องมือ เช่นเดียวกับวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ดีเอ็นเอและการศึกษาจีโนม

โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในแต่ละชั้น โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เช่นเดียวกับชั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลการเก็บข้อมูลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะใช้เครื่องมือแบบบันทึกการวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ข้อโต้แย้งเบื้องต้น และรายงานการโต้แย้ง และการเก็บข้อมูลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะใช้เครื่องมือแบบบันทึกการวิจารณ์ข้อโต้แย้ง เช่นเดียวกันกับชั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งและการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่นเดียวกับขั้นตอนสะท้อนผลในวงปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้ไปใช้จัดการเรียนรู้ในวงปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามผลการวิเคราะห์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 และจัดเตรียมเครื่องมือ เช่นเดียวกับวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียน และทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในแต่ละชั้น โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เช่นเดียวกับชั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ศึกษาโดยการเก็บข้อมูลการเก็บข้อมูลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะใช้เครื่องมือแบบบันทึกการวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ข้อโต้แย้งเบื้องต้น และรายงานผล

การสำรวจตรวจสอบ และการเก็บข้อมูลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะใช้เครื่องมือแบบบันทึกการวิจารณ์ข้อโต้แย้ง เช่นเดียวกับขั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่นเดียวกับขั้นตอนสะท้อนผลในวงปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาสรุปแนวทางที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

หลังการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในวงรอบที่ 3 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 90 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบ เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ได้แก่

คำถามข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรจัดอย่างไร

คำถามข้อที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้อย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยทั้ง 3 วงรอบ เพื่อนำมาอธิบายว่าวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้

เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรจัดอย่างไร ซึ่งจะมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละเครื่องมือ ดังนี้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และผู้วิจัยได้บรรยายเกี่ยวกับสภาพปัญหา ข้อดี ข้อด้อย จากการสังเกตพฤติกรรมการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละครั้ง ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลดังนี้

1. ผู้วิจัยอ่านคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้สอนผู้มีประสบการณ์ นักเรียนที่เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้และตัวผู้วิจัยและจัดพิมพ์ข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ง่ายต่อการนำมาใช้
2. ผู้วิจัยคัดแยกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการเรียนรู้ และสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้
3. ผู้วิจัยจัดเรียงข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยเรียงเป็นขั้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้น และในแต่ละขั้นจะแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ปฏิบัติได้ดีแล้ว ซึ่งควรคงไว้ในการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่เกิดปัญหากับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข
4. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และสรุปปัญหา รวมถึงข้อเสนอแนะที่จะนำไปใช้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้นำวิดีโอบันทึกภาพขณะจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมาสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของตนเองเพิ่มเติม พร้อมทั้งบันทึกข้อดีข้อเสีย และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยอาจไม่ทันได้สังเกตเห็นในขณะนั้น เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแผนถัดไป ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) รายงานการโต้แย้ง และจากวิดีโอบันทึกภาพขณะจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เพื่อนำมาอธิบาย ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้อย่างไร ซึ่งจะมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูล ของแต่ละเครื่องมือ ดังนี้

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมคำตอบของนักเรียน ทั้งการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบตัวเลือกตอบที่นักเรียน โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบและวิเคราะห์ผล ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งอ้างอิงตามนิยามศัพท์เฉพาะของการให้เหตุผลแต่ละประเภท ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแต่ละข้อจะแบ่ง คะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือ ไม่มีคำตอบในส่วนที่ 2

0.5 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้อง บางประการ

1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้อง ครบถ้วน

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้มาทั้งหมด จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนและสรุปถึงการส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเทียบระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ระดับดีมาก หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 80

ระดับดี หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วน แต่ไม่มี การขยายความคำตอบ โดยมีคะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 60-70

ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้บางประเด็น โดยมี คะแนนอยู่ในช่วงร้อยละ 50-60

ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนไม่สามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ โดยมีคะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 50

รายงานการโต้แย้ง ที่เป็นรายงานที่นักเรียนแต่ละคนจะเขียนสรุปการทดลอง ระหว่าง ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานโต้แย้ง ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลดังนี้

1. ผู้วิจัยอ่านข้อมูลจากรายงานผลการทดลอง และจัดพิมพ์ข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบ ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้

2. ผู้วิจัยคัดแยกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ได้

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากรายงานการโต้แย้ง โดย

4.1 อ่านรายงานการโต้แย้ง

4.2 จำแนกคำตอบของนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ตามการเขียนที่แสดงถึงองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม A นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ

กลุ่ม B นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วน แต่ไม่มีการขยายความคำตอบ

กลุ่ม C นักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้บางประเด็น

4.3 แสดงค่าร้อยละของจำนวนคำตอบในแต่ละกลุ่มคำตอบทั้ง 3 วงจร

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว และผู้วิจัยจะสรุปผลการพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ผลจากแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อยืนยันการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้ผลจากแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อยืนยันว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีปัญหา และจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยืนยันความน่าเชื่อถือ (Credibility) ของงานวิจัยโดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) อีกทั้งยังใช้การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) และการเข้าไปมีส่วนร่วมหรือการฝังตัวในบริบท สถานการณ์ หรือสิ่งที่ศึกษาเป็นระยะเวลายาวนาน (Prolonged Engagement) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการตรวจสอบสามเฝ้าด้านเครื่องมือวิจัย จากงานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ จำนวน 2 เครื่องมือ ในการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ รายงานการโต้แย้ง และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson จากนั้น วิเคราะห์และพิจารณาถึงผลสรุปการดำเนินงาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ตรงกัน หรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้อย่างไร

2. วิธีการตรวจสอบสามเฝ้าด้านแหล่งที่มา หรือการตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูลกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 5 ปี ตรวจสอบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล กระบวนการเก็บข้อมูล และกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการอย่างถูกต้องตามหลักการหรือไม่ และผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถตอบคำถามวิจัยทั้งสองข้อได้ครอบคลุมหรือไม่

3. วิธีการเข้าไปมีส่วนร่วมหรือการฝังตัวในบริบทสถานการณ์ หรือสิ่งที่ศึกษาเป็นระยะ เวลายาวนาน ตัวผู้วิจัยได้เข้าไปทำการสอนอยู่ในห้องเรียนกลุ่มเป้าหมายตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เพื่อให้มีความคุ้นเคยกับนักเรียน เก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวนักเรียน และบริบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย และสามารถแปลผลจากพฤติกรรมพื้นฐานของนักเรียนได้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รายงานการโต้แย้งของนักเรียนทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบผลการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบปฏิบัติการ เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนารูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง บันทึกโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และตัวผู้วิจัยเอง ตลอดจนการติดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง และเก็บข้อมูลระหว่างและหลังการวิจัยด้วยรายงานการโต้แย้งและแบบวัดทักษะการให้เหตุผลตามแนวคิดของ Lawson (LCTSR) จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตอนที่ 2 การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 วงรอบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว และใช้แบบสะท้อนผล

การจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน 1 ท่าน และตัวผู้วิจัยเพื่อใช้ในการสะท้อนผล การปฏิบัติการในแต่ละวงรอบ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยเรียงตามลำดับวงรอบปฏิบัติการ การสอนจริง และการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 วงรอบ ได้แก่ วงรอบที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม วงรอบที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม วงรอบที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ

1. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พันธุวิศวกรรม

1.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาจากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืชในระดับพอใช้ โดยพิจารณา จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งผู้วิจัยยังได้รับมอบหมาย ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 เนืองด้วยสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่จะดำเนินการส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา ผลการเรียนรู้ และหน่วย การเรียนรู้ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ตามหลักสูตรส่งเสริมวิทยาศาสตร์ สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา เพื่อนำมากำหนดจุดประสงค์ และจำนวนชั่วโมงที่จะใช้กำหนด ในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อหาแนวทาง ในการตั้งคำถามในสถานการณ์ที่จะใช้วัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการ จัด การเรียนรู้ 1 ผู้วิจัยต้องออกแบบและตั้งคำถามที่ใช้จริงในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 เรื่อง เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ข้อคำถามที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นนั้น ครอบคลุมเนื้อหาที่นักเรียนควรได้รับก่อนจัดกิจกรรมการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ควรมีลักษณะแบบใด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่าง การจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยจึงนำเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับการสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์และการโต้แย้ง คือ เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมใดบ้างที่สามารถสร้างอินซูลินให้ เพียงพอต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบว่า สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องมีในข้อคำถาม คือ ความสอดคล้อง กับเนื้อหา และสามารถสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบได้ และมีคำตอบที่เป็นไปได้ มากกว่า 1 คำตอบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

หลังจากมีประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาคำตอบและนำคำตอบนั้นมาโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 เพื่อให้การสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปอย่างราบรื่น ผู้วิจัยจึงได้คิดวิธีการดำเนินการหาคำตอบของนักเรียนที่น่าจะเป็นไปได้ โดยผู้วิจัยจะต้องศึกษาเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม เพื่อให้ผู้วิจัยจะได้เตรียมแหล่งข้อมูล หรือวิธีการเสาะหาแหล่งข้อมูลไว้ให้นักเรียนเพื่ออำนวยความสะดวกในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล

1.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้เริ่มทำตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ที่ได้เตรียมไว้โดยเริ่มจากขั้นการเตรียมการก่อนหน้า โดยใช้เวลาเรียนในช่วงของการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมคาบที่ 3 และ 4 วันที่ 27 มกราคม 2562 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง คาบเรียนที่ 7 วันที่ 29 มกราคม 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง และคาบที่ 3 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 4 คาบ ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมการวิจัย เป็นนักเรียนในห้องเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 44 คน แต่มีนักเรียนที่เข้าร่วมในการวิจัยในวงรอบที่ 1 จำนวน 42 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 40 คน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นผู้สะท้อนผล และเข้าร่วมการนิเทศ โดยใช้แบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาสามารถแยกตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นการระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับ เรื่อง พันธุวิศวกรรมที่จะทำการสืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน

ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการให้สถานการณ์ให้นักเรียนและเป็นสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ เรื่อง พันธุวิศวกรรม โดยใช้สถานการณ์เกี่ยวกับการผลิตยาอินซูลินที่ช่วยรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นโรคที่มีอัตราการเกิดโรคนี้นี้ในประเทศไทยสูง โดยผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของการรักษาโรคนี้ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า อินซูลินนั้นเป็นฮอร์โมนที่มีองค์ประกอบที่เป็นโปรตีน และจากการศึกษาเรื่องเกี่ยวกับพันธุศาสตร์มาแล้ว จึงให้นักเรียนคิดว่าขั้นตอนทางพันธุวิศวกรรมใดบ้าง และวิธีการใดบ้าง ที่สามารถนำมาสร้างอินซูลินได้ โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนได้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

...ผู้สอนสามารถดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนสนใจได้ดี บุคลิกภาพ และการใช้
คำถามเหมาะสม

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้มอบสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมแล้ว ผู้วิจัยได้ถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการสร้างอินซูลิน และให้นักเรียนได้อภิปรายกับเพื่อนถึงวิธีการและเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมที่สามารถนำมาสร้างอินซูลินได้ แต่พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถที่จะระบุคำถามสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาได้ด้วยตนเอง เนื่องจากรูปแบบของสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดมีความยาวและมีการแบ่งสัดส่วนเอาไว้อย่างไม่ชัดเจนมากพอ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัยได้สะท้อนผลในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

...การนำเสนอสถานการณ์มีลักษณะเป็นบทความยาวต่อกันอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน อาจมีการปรับเปลี่ยนใช้ VTR แล้วสรุปข้อคำถามแต่ละประเด็นอย่างชัดเจน หรือหากไม่ใช้ ก็อาจใช้รูปภาพประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจและมองภาพได้ชัดเจนขึ้น

(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ควรเรียงลำดับการใช้ภาษาในสถานการณ์เพื่อที่นักเรียนสามารถระบุคำถามได้ง่ายและสะดวกขึ้น

(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นระบุงภาระงานและข้อคำถามนี้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าควรให้ข้อมูลเบื้องต้นกับองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาด้วย ถึงแม้ว่าสถานการณ์จะเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แต่องค์ประกอบสำคัญบางประการ เช่น อินซูลินคืออะไร อาการของโรคเบาหวานเป็นอย่างไร จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์และดำเนินกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงสามารถช่วยกระชับเวลาในกิจกรรมขั้นต้นได้ โดยมีรายละเอียดจากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำกิจกรรมล่วงหน้าหรือสถานการณ์เอาไว้
ผู้เรียนจะเข้าใจกติกาและรูปแบบการทำกิจกรรมได้เร็วขึ้น

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ใช้เวลาในการนำเสนอสถานการณ์และเกริ่นนำมากเกินไปและควรให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญของเนื้อหาเอาไว้ในสถานการณ์ด้วย

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ขั้นการสร้างข้อมูลและหลักฐาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดประเด็นการสำรวจตรวจสอบข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบข้อมูลด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงข้อมูลที่ต้องการจะเก็บเพื่อนำมาตอบคำถามนำ โดยข้อมูลควรมีความเชื่อมโยงกับการกำหนดข้อกล่าวอ้างในทุกประเด็น ซึ่งผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและคอยตรวจสอบความก้าวหน้า

ผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิก 5-6 คน ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้เวลาในการจัดกลุ่มนานมาก เนื่องจากอธิบายถึงข้อตกลงในการเลือกสมาชิกภายในกลุ่มกับนักเรียนอย่างไม่เป็นระบบที่ชัดเจน อีกทั้งการจัดกลุ่มนักเรียนให้นั่งในบริเวณกลุ่มของตัวเอง จำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้ายเก้าอี้และโต๊ะภายในห้องเรียนซึ่งใช้เวลานาน ผู้วิจัยควรมีการแจ้งล่วงหน้าถึงการจัดกลุ่มเก้าอี้และโต๊ะในห้องเรียนก่อนถึงเวลาเรียนตามจำนวนกลุ่มที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้ง ตามคำแนะนำในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัย

...การจัดกลุ่มผู้เรียนค่อนข้างวุ่นวายและใช้เวลา ควรวางแผนให้กระชับหรือผู้สอนอาจจะต้องนัดหมายผู้เรียนก่อนถึงชั่วโมงเรียนให้จัดโต๊ะเป็นกลุ่มให้เรียบร้อยไว้ก่อนแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการสอน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ใช้เวลาในการจัดกลุ่มนานเกินไป ขาดระบบในการจัดกลุ่มที่มีประสิทธิภาพและช่วยกระชับเวลา

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันวางแผนขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นในสถานการณ์ปัญหา และข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้กำหนดเอาไว้ในขั้นที่ 1 โดยช่วยสนับสนุนให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนและแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน และผู้วิจัยได้แจกใบกิจกรรม เรื่อง พันธุวิศวกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินกิจกรรมในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล

และใช้เป็นแนวทางในการลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังคงตั้งคำถามเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ และยังไม่สามารถที่จะกำหนดหรือแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกภายในกลุ่มได้ด้วยตัวนักเรียนเอง การสำรวจตรวจสอบของนักเรียนเป็นไปอย่างล่าช้า โดยอาจมีสาเหตุจากนักเรียนยังคงขาดประสบการณ์ และผู้วิจัยยังไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบที่ใช้ร่วมกับใบงานได้ละเอียดมากพอ

...ขาดการบอกแนวทางการสืบค้นที่ใช้ร่วมกับใบกิจกรรมในชั้นเรียน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่มที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2

ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนกระดานปูแผ่นใหญ่ ปากกา ดินสอสี ที่ใช้ในการทำโปสเตอร์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่า การแจกอุปกรณ์ควรมีระบบที่กระชับเวลาและนักเรียนแต่ละกลุ่มควรได้รับอุปกรณ์ที่เท่าเทียมกัน การเตรียมอุปกรณ์ควรจัดเป็นกลุ่มเอาไว้ก่อนที่จะเริ่มดำเนินกิจกรรม

...ใช้เวลาในการแจกอุปกรณ์และอธิบายองค์ประกอบของโปสเตอร์นานเกินไป

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ในการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้นผู้วิจัยควรเพิ่มการอธิบายให้นักเรียนทราบถึงองค์ประกอบที่อยู่ภายในโปสเตอร์ คือ ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล โดยผู้วิจัยอธิบายถึงความหมายของแต่ละคำศัพท์เฉพาะอย่างชัดเจนให้มากขึ้น รวมถึงแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล จากนั้นผู้วิจัยควรมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันประเมินข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ว่าข้อมูลใดที่ใช้เป็นข้อกล่าวอ้าง ข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ครบทุกประเด็น และเขียนข้อสรุปเพื่อให้เหตุผลว่าหลักฐานที่นักเรียนเลือกนั้นสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยทำการตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม โดยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแนวทางของคำตอบที่หลากหลายจากการยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง และการฟังเหตุผลของสมาชิกภายในกลุ่ม พบว่า

นักเรียนมีความตั้งใจและสามารถดำเนินกิจกรรมในการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นภายในกลุ่มได้ แต่ยังคงต้องการคำแนะนำจากผู้สอนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนผลในแบบการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนผู้วิจัยดังนี้

...ผู้สอนควรมีการเดินตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์และข้อคำถามที่โจทย์ต้องการ พร้อมให้คำแนะนำเด็กให้มากขึ้น และใช้เวลาในแต่ละกลุ่มให้กระชับเพื่อความทั่วถึง จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น ทำกิจกรรมได้อย่างมั่นใจ

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ควรเพิ่มการอธิบายถึงความเชื่อมโยงขององค์ประกอบในแต่ละส่วนของโปสเตอร์อย่างละเอียดก่อนเริ่มกิจกรรม เพื่อความเข้าใจและความรวดเร็วในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ในส่วนสุดท้ายของขั้นการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้นผู้สอนควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่ากิจกรรมในขั้นถัดไปคือกิจกรรมการโต้แย้ง ที่จะได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างของสมาชิกในกลุ่มอื่นโดยการออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนควรแบ่งหน้าที่ในการออกมานำเสนอข้อโต้แย้งภายในกลุ่มอย่างชัดเจน เพื่อลดเวลาในการดำเนินกิจกรรมในขั้นถัดไป

...ขาดการแจ้งว่าหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการโต้แย้งเบื้องต้นนักเรียนจะได้ร่วมกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ได้ตกลงหน้าที่ในการนำเสนอ

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ขั้นตอนการสร้างการโต้แย้ง

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอ

ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนในการออกมานำเสนอการโต้แย้งของตน ผู้วิจัยได้แจ้งจุดประสงค์ในการโต้แย้งร่วมกัน คือ การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับ เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในการสร้างอินซูลิน โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการจัดบันทึกข้อกล่าวอ้างของนักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะในประเด็นที่สามารถใช้ในการสนับสนุนความเข้าใจในเนื้อหา

และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงในประเด็นที่ขาดไป ผู้วิจัยสังเกตว่าในการโต้แย้งของนักเรียนในครั้งนี้นักเรียนให้ความสำคัญกับการโต้แย้งในส่วนของเนื้อหามากเกินไปเมื่อเทียบกับการโต้แย้งในประเด็นของการให้เหตุผลหรือการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้เหตุผลของกลุ่มอื่น และในขณะที่มีการนำเสนอ นักเรียนมีการปรึกษาและอภิปรายข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มที่นำเสนออยู่ตลอดเวลา ทำให้การนำเสนออาจถูกรบกวนจากเสียงพูดคุยของกลุ่มผู้ฟัง ผู้วิจัยสังเกตว่า นักเรียนมักไม่มีอุปกรณ์ในการจดคำถามหรือประเด็นที่ตนเองสนใจจากการฟังข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น ผู้วิจัยควรแจ้งให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับข้อตกลงในการเป็นผู้ฟังที่ดี และควรแจ้งให้นักเรียนนำอุปกรณ์จดบันทึกที่ใช้สำหรับจดคำถาม คำตอบ หรือสิ่งที่ตนเองสนใจจากกิจกรรมการโต้แย้ง ก่อนเริ่มทำกิจกรรม โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...นักเรียนบางกลุ่มยังคงเกิด misconception ในบางประเด็น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำกิจกรรมในเรื่องนี้นักเรียนยังไม่ได้ได้รับความรู้เบื้องต้นมาก่อนหน้า เป็นเพียงการสรุปความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงต้องระมัดระวังคอยเก็บประเด็นที่ขาดหาย เพื่อเสริมความรู้หรือ Concept ให้ถูกต้องชัดเจนอีกครั้ง

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ขาดการแจ้งข้อตกลงเกี่ยวกับการเป็นผู้ฟังที่ดีรวมถึงคำแนะนำในการโต้แย้งว่าควรมৌค้ประกอบทั้งในแง่ของเนื้อหาและการให้เหตุผล รวมถึงควรแจ้งให้นักเรียนนำอุปกรณ์ในการจดบันทึกในกิจกรรมการโต้แย้งมาด้วย

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

ตลอดการจัดกิจกรรมการโต้แย้งในวงจรที่ 1 นี้ นักเรียนมักหันมาถามผู้สอนเสมอว่าคำถามนี้สามารถถามได้หรือไม่ หรือข้อความเห็นนี้สามารถแสดงความเห็นได้หรือไม่ ผู้วิจัยเห็นว่าควรยกตัวอย่างคำถามที่เป็นคำถามที่ดีทั้งในด้านของเนื้อหาและด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน และสร้างความมั่นใจในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้งให้กับนักเรียน ผู้สอนเป็นผู้จับเวลาเอง โดยแบ่งเวลาในการนำเสนอและการถามตอบในแต่ละกลุ่มเท่าๆ กัน ผู้วิจัยเห็นว่าในกิจกรรมการโต้แย้งในวงจรต่อไป ควรให้นักเรียนเป็นผู้จับเวลาด้วยตนเองจะทำให้มีส่วนร่วมและใส่ใจในการทำกิจกรรมในการโต้แย้งมากขึ้นด้วย โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ดังนี้

...ควรให้นักเรียนร่วมเป็นผู้จับเวลาในกิจกรรมการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและผู้สอนจะได้รับเวลาในการจดบันทึกประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นในข้อโต้แย้งมากขึ้นด้วย

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)

...ผู้สอนควรยกตัวอย่างคำถามในด้านเนื้อหาและด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้ง

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2562)



ภาพ 1 การทำกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน

ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียน โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนพุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

หลังจากที่ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 4 มาแล้ว ผู้สอนได้นำประเด็นที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นประเด็นที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างองค์ความรู้ในเนื้อหาเรื่องพันธุวิศวกรรมได้ มาใช้ในการอภิปรายผล โดยผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลในเชิงเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดเอาไว้ ในการอภิปรายในครั้งนี้ครูควรอภิปรายในส่วนที่เป็นประเด็นติดค้าง ประเด็นที่ขาดหายไป หรือประเด็นที่ควรเพิ่มเติมให้กับนักเรียน เพื่อช่วยนักเรียน

ในการปรับบทสนทนาที่คลาดเคลื่อนมโนทัศน์ที่ขาดหาย ให้กลับมาถูกต้อง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีคำถามที่หลากหลายทั้งในแง่ของเนื้อหาและในแง่ของกระบวนการที่ใช้ในกิจกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยควรใช้สื่อที่หลากหลายทั้งรูปภาพและวิดีโอ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียนได้หลากหลายมิติมากขึ้น โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการต่อและผู้วิจัย ดังนี้

...เน้นการใช้คำถามกระตุ้นรายบุคคลให้มากขึ้นเพราะนักเรียนบางคนอาจไม่ยอมรับว่าตนเองไม่เข้าใจในเนื้อหา

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2562)

...ขาดการใช้สื่อที่หลากหลายเช่น รูปภาพ วีดีโอ

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2562)

...ผู้สอนควรนำคำถามที่เป็นประเด็นติดค้างหรือประเด็นที่น่าสนใจมาใส่ในสื่อเพื่อโยงการโต้แย้งเข้ากับเนื้อหาด้วย

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2562)

ขั้นตอนการเขียนรายงานการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนเขียนรายงานการโต้แย้งรายบุคคล โดยรายงานการโต้แย้งต้องประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ คำถามนำแหล่งข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบ ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และสิ่งที่ควรปรับปรุง

ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบสำคัญที่เป็นโครงสร้างในการใช้เป็นแนวทางเพื่อเขียนรายงานการโต้แย้ง โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนใหญ่ๆ คือ สิ่งที่ยังกำลังจะทำ สิ่งที่ยังทำไปแล้ว ข้อสรุปของฉัน และสิ่งที่ควรปรับปรุงหรือพัฒนา โดยในแต่ละองค์ประกอบมีจุดประสงค์เพื่อให้ นักเรียนสามารถแสดงลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 4 รูปแบบสำคัญ ในส่วนของการเขียนรายงานการโต้แย้ง ผู้สอนควรอธิบายถึงองค์ประกอบสำคัญและความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบอย่างละเอียด เนื่องจากการเขียนรายงานการโต้แย้งเป็นขั้นกิจกรรมที่ใช้เวลามาก นักเรียนจำเป็นต้องกลั่นกรองข้อมูลที่ได้ผ่านกิจกรรมในขั้นการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดในรูปของงานเขียน ในกรณีที่การจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ไม่สามารถอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด ในขั้นการเขียนรายงานการโต้แย้งนี้ ผู้วิจัยอาจตรวจความก้าวหน้าในการเขียนรายงานของนักเรียนในเบื้องต้นและมอบหมายให้นักเรียน

สามารถเขียนรายงานการโต้แย้งนอกเหนือเวลาเรียนได้ โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัย ดังนี้

...เวลาไม่เป็นไปตามกำหนด สามารถปรับแก้โดยการมอบหมายให้นักเรียนเขียน
รายงานนอกเวลาเรียน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2562)

ในการตรวจรายงานการโต้แย้งครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า การให้ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของการปรับปรุงหรือการพัฒนา รายงานการโต้แย้งของนักเรียนนั้น ยังมีบางส่วนที่นักเรียนมีการคัดลอกสมาชิกในกลุ่มอื่นและข้อมูลเพิ่มเติมค่าความสอดคล้องกับประเด็นที่อยู่ในรายงานการโต้แย้งของตน ผู้วิจัยควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่า รายงานการโต้แย้งของนักเรียนจะมีการประเมินรายงานการโต้แย้งทั้งจากสมาชิกในกลุ่มอื่นและจากผู้สอน พร้อมทั้งสร้างข้อตกลงในการปรับปรุงรายงานการโต้แย้งเมื่อพบส่วนที่คัดลอกจากผู้อื่น

...นักเรียนเขียนรายงานการโต้แย้งโดยมีการใส่ข้อมูลเพิ่มเติม แต่ข้อมูลเพิ่มเติมไม่สอดคล้องกับการโต้แย้งของตน บางส่วนคัดลอกมาจากนักเรียนคนอื่น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2562)

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนส่งสำเนารายงานการโต้แย้ง 3 ฉบับ โดยไม่ต้องเขียนชื่อลงในรายงาน แต่ผู้สอนจะทำหมายเลขเอาไว้ และสุ่มให้นักเรียนแต่ละคนวิจารณ์รายงานการโต้แย้งของเพื่อนโดยไม่รู้ว่าเป็นเจ้าของคือใคร นักเรียน 1 คนจะต้องวิจารณ์ทั้งหมด 3 ฉบับ โดยวิจารณ์ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนจากหลักฐานและการให้เหตุผลที่สนับสนุน ซึ่งคำนึงถึงความสมเหตุสมผลทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินรายงานการโต้แย้งร่วมกับนักเรียน โดยพบว่าเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นนั้น เน้นหนักไปในส่วนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินในด้านเนื้อหา เรื่อง พันธุวิศวกรรม ในขั้นนี้นักเรียนหลายคนลืมทำสำเนารายงานการโต้แย้งของตนเองมาในเวลาเรียน และบางคนลืมลบชื่อของตนเองออกจากรายงานการโต้แย้ง ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางการสร้างเกณฑ์ที่หลากหลาย เพื่อสร้างเกณฑ์การประเมินรายงานการโต้แย้งให้ครบทั้งองค์ประกอบในด้านของเนื้อหา การให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ หรือแหล่งข้อมูลที่ใช้ พร้อมทั้งชี้แจงให้ชัดเจนถึงการเตรียมตัวเพื่อเข้าร่วมกิจกรรม การประเมินโดยเพื่อน แจ้งกฎกติกาและข้อตกลงในการประเมินรายงานการโต้แย้งของเพื่อนให้ชัดเจน ทั้งในเรื่องของการเตรียมสำเนา และการลบชื่อออกจากสำเนาในรายงานการโต้แย้ง เพื่อแก้ไข ปัญหาความไม่เข้าใจ และยังสามารถช่วยกระชับเวลาในกิจกรรมการประเมินโดยเพื่อนได้อีกด้วย ซึ่งมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ขาดเกณฑ์ในด้านของแหล่งข้อมูล

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ในการสร้างเกณฑ์เน้นในด้านของการให้เหตุผลมากเกินไป และควรแจ้งระบบ ในการประเมินกับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการประเมินรายงาน การโต้แย้งของเพื่อนบ่อยครั้ง

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

การปรับปรุงและการส่งรายงาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนคืนรายงานที่ได้รับจากการวิจารณ์ในขั้นที่ 7 และ ให้นักเรียนแก้ และให้นักเรียนแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้วิจารณ์หาก และให้นักเรียนแก้ไขตาม คำแนะนำจากผู้วิจารณ์หากไม่แก้ไขให้เหตุผลว่า ทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำและส่งรายงานที่แก้ไข ให้กับผู้สอนเพื่อเป็นผู้ประเมินสุดท้าย

ผู้วิจัยตรวจรายงานการโต้แย้งหลังจากได้ได้ผ่านการประเมินโดยเพื่อนแล้ว โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคะแนนที่ผู้ประเมินให้กับสิ่งที่ปรากฏในรายงานการโต้แย้ง รวมถึงพิจารณาข้อแนะนำในการปรับปรุงรายงานการโต้แย้ง จากนั้นส่งกลับให้กับนักเรียนที่เป็น เจ้าของรายงานการโต้แย้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนละเลยการปรับปรุงรายงานการโต้แย้งจาก คำแนะนำของเพื่อน ผู้วิจัยควรส่งรายงานการโต้แย้งกลับคืนสู่เจ้าของ และรับกลับมาประเมินอีกครั้ง หลังจากมีการปรับปรุงรายงานการโต้แย้งแล้ว และแจ้งให้นักเรียนทราบถึงวิธีการประเมินของผู้สอน ในเบื้องต้นเพื่อให้นักเรียนให้ความในการปรับปรุงแก้ไขรายงานการโต้แย้งก่อนส่งผู้สอน

...นักเรียนละเลยการอ่านคำวิจารณ์ของเพื่อนในการแก้ไขหรือปรับแก้รายงาน การโต้แย้ง ควรตกลงกับนักเรียนให้ชัดเจน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

1.3 สรุปผลการสะท้อน

จากข้อเสนอของแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจากการศึกษา ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุวิศวกรรม มีประเด็นและรายละเอียดที่สำคัญที่จะต้องนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 2 ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นการระบุภาระและข้อคำถาม สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. เวลา การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในการนำเสนอสถานการณ์ และการเกริ่นนำมากเกินไป อีกทั้งนักเรียนยังใช้เวลาในการพิจารณาสถานการณ์และการอภิปราย ร่วมกันเกี่ยวกับการตั้งข้อกล่าวอ้างที่ได้จากสถานการณ์นานเกินไป ผู้วิจัยจึงได้มอบหมายให้นักเรียน กลับไปหาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม ไวล่วงหน้า เพื่อลดเวลาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ และช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งข้อกล่าวอ้าง ในขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถามได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2. สถานการณ์ปัญหา การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 1 ผู้วิจัยยังขาด การอธิบายข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญของเนื้อหาในสถานการณ์อีกครั้ง ลักษณะ ของบทความในสถานการณ์เป็นบทความที่มีความยาวต่อกัน อาจส่งผลทำให้เกิดความสับสน วิจัย จึงปรับปรุงรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาในวงจรที่ 2 ให้มีรายละเอียดและองค์ประกอบที่แบ่ง คำถามออกอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหาและสามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง ของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นสร้างข้อมูลและหลักฐาน สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. เวลา การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 1 ผู้วิจัยใช้เวลาในการจัดกลุ่ม นักเรียนมากเกินไป ผู้วิจัยจึงปรับปรุงการจัดกลุ่มในวงจรที่ 2 โดยการแจ้งให้นักเรียนจัดกลุ่มโต๊ะ เองไว้ตามจำนวนกลุ่มในการดำเนินกิจกรรมก่อนถึงเวลาเรียน และแจ้งเกี่ยวกับการจัดระบบกลุ่ม เองไว้กับนักเรียนอย่างชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนในระหว่างการทำกิจกรรม

2. การใช้ใบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 1 ผู้วิจัยให้ใบกิจกรรม ที่จะใช้เป็น ผู้วิจัยให้ใบกิจกรรมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ นักเรียนต้องเก็บรวบรวม เพื่อนำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน โดยในใบกิจกรรมมีองค์ประกอบ ที่หลากหลาย เพื่อเป็นโครงสร้างในการใช้เป็นแนวทางการสืบค้นข้อมูลในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยต้อง อธิบายคำชี้แจงในการใช้ใบกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม การสำรวจตรวจสอบข้อมูล เพื่อลดความผิดพลาดและช่วยกระชับเวลา

การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. เวลา ผู้วิจัยใช้เวลาในการแจกอุปกรณ์และอธิบายองค์ประกอบภายในโปสเตอร์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อโต้แย้งนานเกินไปในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยควรกระชับเวลาและเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับทุกกลุ่มอย่างเท่าเทียม พร้อมกับชี้แจงองค์ประกอบของโปสเตอร์อย่างละเอียดเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน

2. คำชี้แจง ผู้วิจัยต้องชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมอย่างชัดเจนว่า นักเรียนจะต้องทำการโต้แย้งภายในกลุ่ม เพื่อให้ได้องค์ประกอบของโปสเตอร์ คือ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน การให้เหตุผลที่อยู่ภายในข้อสรุป จากนั้นผู้วิจัยควรชี้แจงว่าหลังเสร็จกิจกรรมนี้ นักเรียนต้องออกมานำเสนอ จึงควรแจ้งให้นักเรียนทราบถึงการแบ่งหน้าที่ในการนำเสนอในกิจกรรมขั้นถัดไป

การสร้างการโต้แย้ง สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. การชี้แจง ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยยังไม่สามารถชี้แจงเกี่ยวกับข้อตกลงเกี่ยวกับการเป็นผู้ฟังที่ดี รวมถึงการชี้แจงเกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้งในด้านของเนื้อหา และการให้เหตุผลที่ชัดเจนมากพอ ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 ผู้วิจัยต้องทำการชี้แจงเกี่ยวกับข้อตกลงในการโต้แย้งและแนวทางในการโต้แย้งให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน ทั้งในด้านของเนื้อหาและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนได้รับความเข้าใจทั้งในเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม รวมถึงช่วยพัฒนาทักษะในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน

2. การเตรียมอุปกรณ์จัดบันทึก จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 1 พบว่า นักเรียนหลายคนไม่มีอุปกรณ์ในการจัดบันทึกในกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยจึงแจ้งให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ในการจัดบันทึกมาใช้ในการเรียนรู้

3. การยกตัวอย่างคำถาม ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะดำเนินการยกตัวอย่างคำถามที่สามารถใช้เพื่อเสาะหาคำตอบ ทั้งในด้านของเนื้อหาหรือด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน เพื่อเป็นแนวทางและสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. สื่อ ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยใช้สื่อที่ยังไม่หลากหลายพอ อาจส่งผลให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ช้าหรือเห็นภาพไม่ชัดเจนนักในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจึงเพิ่มวิดีโอเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ DNA เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้น

2. การอภิปรายผล ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะนำคำถามที่ติดค้างหรือประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างองค์ความรู้ มาแทรกในการอภิปรายเนื้อหา เพื่อเชื่อมโยงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม รวมถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมที่ผ่านมา

ขั้นตอนการเขียนรายงานการโต้แย้ง สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

คำชี้แจง ในการจัดการเรียนรู้ของท่านในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะอธิบายคำชี้แจงให้ชัดเจน โดยเฉพาะในเรื่องของการใส่ข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งต้องเปลี่ยนข้อมูลที่สอดคล้องกับการเขียนรายงานการโต้แย้งของตนหรือสอดคล้องกับคำแนะนำที่ได้รับจากผู้ประเมินอีกครั้ง สร้างข้อตกลงในการปรับปรุงรายงานการโต้แย้งที่มีการคัดลอกจากบุคคลอื่น

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

1. เกณฑ์การประเมิน ในการจัดการเรียนรู้ของท่านในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะสร้างเกณฑ์การประเมินที่มีการเพิ่มเติมในด้านของเนื้อหาให้มากขึ้น และสร้างเกณฑ์ในด้านแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อไม่ให้องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งถูกเน้นหนักมากเกินไป ในการประเมินรายงานการโต้แย้ง

2. คำชี้แจง การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะชี้แจงเกี่ยวกับระบบการประเมินให้ละเอียดขึ้น พร้อมยกตัวอย่างข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในวงจรที่ 1 เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนและสร้างความมั่นใจ พร้อมทั้งช่วยกระชับเวลาในการประเมินรายงานการโต้แย้งของนักเรียน และเน้นย้ำถึงการเตรียมสำเนาที่ถูกลบชื่อของเจ้าของรายการโต้แย้งมาใช้ในกิจกรรม

ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน สิ่งที่น่าไปปรับใช้ในวงจรที่ 2 คือ

ข้อตกลง การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะส่งคืนรายงานการโต้แย้งของนักเรียนที่มีการละเลยการแก้ไขปรับปรุง หรือการพัฒนารายงานการโต้แย้งที่ได้รับคำแนะนำจากผู้ประเมิน หากรายงานการโต้แย้งนั้นได้รับการตรวจสอบแล้วว่าควรมีการแก้ไขหรือปรับปรุงจริง

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แสงและการถนอมสายตา

2.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ตามผลการสะท้อนผลของการปฏิบัติจากวงรอบก่อนหน้านี้ โดยก่อนเริ่มคาบเรียนผู้วิจัยจะให้ให้นักเรียนไปหาข้อมูล เรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม และทำการปรับวิธีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด โดยเสนอสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความสนใจเล็กน้อยก่อนตรงเข้าสู่ประเด็นที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ได้วิธีการหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ DNA

และการศึกษาจีโนม ซึ่งผู้วิจัยแบ่งคำถามที่เกิดขึ้นในการสถานการณ์อย่างชัดเจนและให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ เรื่อง ทางพันธุศาสตร์ ควบคุมการโต้แย้งของนักเรียนให้ตรงประเด็น และกำหนดให้กลุ่มนำเสนอ อธิบายในส่วนของข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน รวมทั้งควบคุมการเขียนรายงาน และวิจารณ์ ข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ให้เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และอภิปรายกันตรงประเด็น โดยอ้างอิงจากหลักฐาน

2.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้เริ่มทำตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ได้เตรียมไว้โดยเริ่มจากขั้นการเตรียมการก่อนหน้า โดยใช้เวลาเรียนในช่วงของการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 คาบ เรียนที่ 4 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง คาบเรียนที่ 7 วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง และคาบเรียนที่ 3 และ 4 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 4 คาบ ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมการวิจัย เป็นนักเรียนในห้องเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 44 คน แต่มีนักเรียนที่เข้าร่วมในการวิจัยในรอบที่ 1 จำนวน 44 คน เป็นนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 41 คน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นผู้สะท้อนผลและเข้าร่วมการนิเทศ โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาสามารถแยกตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่จะทำสืบเสาะ โดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้วิจัยปรับเวลาให้เหมาะสมโดยการให้นักเรียนหาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนมหมายล่วงหน้า โดยพบว่า เมื่อผู้วิจัยทบทวนคำถามเกี่ยวกับเรื่องของ DNA หรือองค์ประกอบของ DNA พบว่า นักเรียนสามารถให้คำตอบได้ ส่งผลให้การเก็มนำเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาใช้เวลาน้อยลง นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังมีการแบ่งสถานการณ์ออกเป็นส่วนที่ให้ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับ DNA และจีโนม อีกทั้งยังแยกคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาออกอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ได้รวดเร็วขึ้น และทำการอภิปรายในการสร้างข้อกล่าวอ้างของตนในเวลาที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...นักเรียนระบุคำถามและเข้าใจคำถามจากสถานการณ์ได้ง่าย มากขึ้นจากการที่
ผู้สอนไม่เขียนสถานการณ์เป็นเรียงความยาว

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ในการอธิบายองค์ประกอบสำคัญในสถานการณ์ปัญหาที่มอบให้กับนักเรียน
ในชั้นนี้ ผู้วิจัยใช้ภาพประกอบเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้น และทำให้นักเรียน
เห็นภาพจากสถานการณ์การศึกษายินและจีโนมของข้าว

...ควรมีรูปภาพประกอบสถานการณ์เพื่อความชัดเจนและสร้างความเข้าใจที่ง่าย
ขึ้นสำหรับนักเรียน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการสร้างข้อมูลและหลักฐาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดประเด็นการสำรวจ
ตรวจสอบข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบข้อมูลด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงข้อมูลที่ต้องการจะเก็บ
เพื่อนำมาตอบคำถามนำ โดยข้อมูลควรมีความเชื่อมโยงกับการกำหนดข้อกล่าวอ้างในทุกประเด็น
ซึ่งผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและคอยตรวจสอบความก้าวหน้า

ก่อนการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้นักเรียนได้แบ่งกลุ่มและจัดโต๊ะของนักเรียนตาม
จำนวนกลุ่มเอาไว้แล้วตามคำแนะนำของผู้สอน จัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้วิจัยมีการแนะนำขั้นตอน
การสืบค้นข้อมูล โดยการใช้ใบกิจกรรมประกอบในแต่ละขั้น เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็น
ที่จะใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งสามารถแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อตรวจสอบข้อมูลที่
เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาได้อย่างครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยควรเพิ่มองค์ประกอบสำคัญด้าน
แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล เพื่อให้นักเรียนสามารถหาหลักฐานที่จะสนับสนุน
ข้อกล่าวอ้างของตนเองให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัด
การเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนใช้ใบกิจกรรมตลอดเวลาทำให้นักเรียนมีสิ่งควบคุม
ตนเองในการสืบค้นข้อมูล

(ผู้เชี่ยวชาญ, สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรเพิ่มองค์ประกอบด้านแหล่งข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนหลักฐานของนักเรียน
(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 2 การสืบค้นข้อมูลของนักเรียนหลังจากแบ่งหน้าที่กับสมาชิกภายในกลุ่ม

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2

ผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์โปสเตอร์ ปากกา ดินสอสื่ออย่างเท่าเทียมและมีจำนวนเพียงพอต่อนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งจัดกลุ่มๆ เอาไว้แล้วก่อนเริ่มกิจกรรมในการเรียนก่อนเริ่มการอภิปรายการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นภายในกลุ่ม ผู้วิจัยทำการชี้แจงเกี่ยวกับองค์ประกอบของโปสเตอร์อย่างละเอียดโดยใช้สื่อ เพื่ออธิบายความหมายและความสำคัญของข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผลในข้อสรุปของนักเรียน จากนั้นแนะนำวิธีการทำงานเป็นทีมให้กับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นภายในกลุ่ม และเตรียมตัวนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้สอนทำการสำรวจความก้าวหน้าของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยการเดินเข้าไปถามความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างทั่วถึง พร้อมกับตอบคำถามของนักเรียนที่มีความสงสัยอยู่ตลอดเวลา สิ่งที่ต้องเพิ่มเติมในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในขั้นนี้ คือ

ผู้สอนควรอธิบายให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ในโปสเตอร์ด้วย เพื่อให้ นักเรียนสามารถแสดงความเป็นเหตุเป็นผลในการนำเสนอข้อโต้แย้งของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนอยู่ตลอดเวลาในขณะที่นักเรียนทำการปรึกษาหารือเกี่ยวกับข้อโต้แย้งของตนในกลุ่ม

(ผู้เชี่ยวชาญ, ผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรมีการอธิบายถึงความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลเพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำเสนอความเป็นเหตุเป็นผลของ ข้อโต้แย้งของตนเองได้

(ผู้วิจัย, แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้, 4 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 3 การสร้างข้อโต้แย้งภายในกลุ่มเพื่อเลือกข้อมูลไปใช้ในการนำเสนอ

ขั้นการสร้างการโต้แย้ง

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอ

ก่อนเริ่มกิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยมีการแจ้งข้อตกลงเกี่ยวกับการเป็นผู้ฟังว่า การปรึกษาหารือกันนั้น ต้องอยู่ในระดับที่ไม่สร้างความรบกวนให้กับผู้นำเสนอหรือบรรยากาศในการโต้แย้ง รวมถึงเมื่อผู้ฟังมีข้อคำถามควรจดบันทึกข้อคำถามเอาไว้ก่อนเมื่อถึงเวลาถามคำถาม จึงสามารถถามคำถามนั้นได้ นอกจากนั้น ผู้สอนยังมีการยกตัวอย่างคำถามที่เกี่ยวข้องกับด้านของเนื้อหา และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ว่าคำถามแบบใดเป็นคำถามที่สามารถสร้างข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจได้ ผู้สอนแจ้งให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจดบันทึกคำถาม การแสดงความคิดเห็นหรือประเด็นที่ตนสนใจในการโต้แย้งเอาไว้ก่อนเริ่มกิจกรรม และแจ้งให้นักเรียนที่จะนำเสนอในลำดับถัดไปเป็นผู้ควบคุมเวลา กิจกรรมการโต้แย้งในวงจรที่ 2 พบว่า นักเรียนกล้าถามคำถามมากขึ้น โดยไม่หันมาถามผู้สอนก่อนและมีการจดบันทึกประเด็นที่ตนเองสนใจในการทำกิจกรรมการโต้แย้งลงในอุปกรณ์จดบันทึกของตนเอง แต่สิ่งที่ควรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้สอนควรสรุปการโต้แย้งของแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มที่มีประเด็นที่น่าสนใจหรือประเด็นที่ยังไม่สามารถลงข้อสรุปได้เอาไว้อย่างชัดเจนด้วยเวลาอันกระชับ เพื่อให้นักเรียนไม่มีข้อข้องใจในการทำกิจกรรมการโต้แย้ง พร้อมกับแจ้งให้นักเรียนทราบว่า ผู้สอนและนักเรียนจะทำการอภิปรายในประเด็นการโต้แย้งที่สนใจหรือที่ตกค้างอยู่ในกิจกรรมถัดไป โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ครูควรสรุปการโต้แย้งของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้นักเรียนฟังด้วยเพื่อไม่ให้นักเรียนมีข้อข้องใจ และการสรุปข้อโต้แย้งยังไม่จำเป็นต้องมีการสรุปในด้านเนื้อหาเพราะจะอยู่ในขั้นถัดไป

(ผู้เชี่ยวชาญ, สอนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...ผู้สอนวิพากษ์และให้ข้อเสนอแนะเป็นรายกลุ่ม

(ผู้เชี่ยวชาญ, สอนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...มีการควบคุมเวลาให้ผู้เรียนได้โอกาสนำเสนอเท่าเทียมกัน

(ผู้เชี่ยวชาญ, สอนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนอยู่ตลอดเวลาเมื่อนักเรียนมีความสนใจในประเด็นใดประเด็นหนึ่งว่าได้ทำการจดบันทึกหรือยัง นักเรียนกล้าถามคำถามมากขึ้น โดยไม่มีการหันมาถามผู้สอนก่อน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 4 การนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน

การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียน โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนพุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

ผู้วิจัยได้เตรียมสื่อการสอนที่หลากหลายขึ้น โดยการถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์ DNA ลงในสื่อการสอน พร้อมกับนำคำถามหรือประเด็นที่ได้จากข้อโต้แย้งมาใส่เพื่อเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการโต้แย้งสถานการณ์ปัญหา และเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม เพื่อสร้างความเข้าใจให้นักเรียนในแต่ละประเด็นและอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจว่าการโต้แย้งหรือการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสามารถสร้างความรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างไร และกิจกรรมการโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ ทั้งในด้านการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาได้อย่างไร สิ่งที่ควรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไปคือควรเปิดโอกาสให้นักเรียนหาคำตอบก่อนที่จะอธิบายเนื้อหาความรู้ให้กับนักเรียนโดยการใช้คำถามกระตุ้น เนื่องจากนักเรียนมีข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจตรวจสอบอยู่แล้ว โดยคำถามกระตุ้นนั้นอาจเป็นคำถามที่สนับสนุนให้นักเรียนแสดงถึงสาเหตุหรือเหตุผลต่อประเด็นคำถาม เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...มีการใช้คำถามนำเข้าสู่ความเข้าใจใน Concept ที่ถูกต้องสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจ Concept ได้

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามด้วยตนเอง และคอยถามถึงสาเหตุหรือเหตุผลเพื่อพัฒนาตัวแปรตาม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการเขียนรายงานการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนเขียนรายงานการโต้แย้งรายบุคคล โดยรายงานการโต้แย้งต้องประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ คำถามนำ แหล่งข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบ ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และสิ่งที่ควรปรับปรุง

ก่อนการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ผู้วิจัยมีการแจ้งข้อตกลงเกี่ยวกับการปรับปรุงรายงานหากพบว่า มีการคัดลอกการเขียนรายงานการโต้แย้งจากผู้อื่น พร้อมทั้งอธิบายให้เข้าใจถึงความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใส่เพิ่มเติมในการปรับปรุงหรือการพัฒนาข้อโต้แย้งของตนว่า ควรมีความสอดคล้องกับประเด็นในรายงานของตนหรือประเด็นที่ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติม จากผู้ประเมินคนอื่น ผู้สอนเน้นย้ำให้นักเรียนทราบว่าผู้ประเมินคนสุดท้าย คือ ผู้สอน เพื่อให้นักเรียนใส่ใจและรอบคอบในการเขียนรายงานการโต้แย้งของตนมากขึ้น สิ่งที่ควรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้คือ ผู้สอนควรแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในส่วนของข้อสรุปของฉัน คือ การสร้างข้อสรุปที่แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างของตน มีใช่สรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาเพียงอย่างเดียว เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัย ดังนี้

...มีการบอกแนวทางการประเมินรายงานการโต้แย้งอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการเขียน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรสอนนักเรียนให้เข้าใจเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุปให้มากขึ้น และเดินกระตุนนักเรียนให้ทั่วถึง เพื่อช่วยประหยัดเวลา

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 5 การเขียนรายการโต้แย้งของนักเรียนโดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ผ่านมา

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนส่งสำเนารายงานการโต้แย้ง 3 ฉบับ โดยไม่ต้องเขียนชื่อลงในรายงาน แต่ผู้สอนจะทำหมายเลขเอาไว้ และส่มให้นักเรียนแต่ละคนวิจารณ์รายงานการโต้แย้งของเพื่อนโดยไม่รู้ว่าเป็นเจ้าของคือใคร นักเรียน 1 คน จะต้องวิจารณ์ทั้งหมด 3 ฉบับ โดยวิจารณ์ข้อกล่าวอ้างของเพื่อน จากหลักฐานและการให้เหตุผลที่สนับสนุน ซึ่งคำนึงถึงความสมเหตุสมผลทางวิทยาศาสตร์

ในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อนในวงจรที่ 2 ผู้สอนและนักเรียนเพิ่มเกณฑ์การประเมินด้านเนื้อหาที่ร่วม พร้อมทั้งมีการเพิ่มเกณฑ์ในด้านแหล่งข้อมูลที่ใช้สืบค้น โดยสิ่งที่ควรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ คือ ครูควรยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นที่สามารถใช้ในจุดประสงค์เพื่อพัฒนาการเขียนรายงานการโต้แย้ง เนื่องจากนักเรียนบางคนเขียนคำแนะนำโดยใช้คำถามเพื่อต้องการคำตอบมากกว่าการแนะนำในเชิงพัฒนา ซึ่งมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนยกตัวอย่างคำแนะนำในการเขียนรายงานการโต้แย้งให้กับนักเรียน แต่ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเตรียมตัวให้พร้อมเกี่ยวกับการประเมินโดยไม่ลืมนำรายงานการโต้แย้งของตนเองมา

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ครูควรยกตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นที่จะใช้ในจุดประสงค์เพื่อการพัฒนา
ชิ้นงานด้วย

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

การปรับปรุงและการส่งรายงาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนคืนรายงานที่ได้รับจากการวิจารณ์ในขั้นที่ 7 และ
และให้นักเรียนแก้ไข และให้นักเรียนแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้วิจารณ์หาก และให้นักเรียนแก้ไขตาม
คำแนะนำจากผู้วิจารณ์ หากไม่แก้ไขให้เหตุผลว่าทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำ และส่งรายงานที่
แก้ไขให้กับผู้สอนเพื่อเป็นผู้ประเมินสุดท้าย

จากการตรวจรายงานการโต้แย้งของนักเรียนในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า สิ่งที่ผู้วิจัย
ควรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป คือ ผู้วิจัยควรแจ้งให้นักเรียนอ่านคำวิจารณ์ของเพื่อน
และปรับปรุงรายงานของตนเอง พร้อมทั้งหากไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำควรใส่เหตุผลว่าเพราะเหตุใด
จึงไม่สามารถทำตามคำแนะนำของผู้วิจารณ์ได้มาด้วย โดยมีรายละเอียดนายแบบสะท้อนผลการจัด
การเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัย ดังนี้

...สามารถให้นักเรียนไปส่งรายงานนอกเหนือเวลาเรียนได้เพื่อใช้เวลาในคาบ
ในการทำกิจกรรมอื่นให้เต็มที่

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...แจ้งให้นักเรียนใส่เหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่แก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

2.3 สรุปผลการสะท้อน

จากข้อเสนอของแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจากการศึกษา
ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ DNA
และการศึกษาจีโนม มีประเด็นและรายละเอียดที่สำคัญที่จะต้องนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้
วงจรที่ 2 ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นการระบุภาระและข้อคำถาม สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

สื่อการสอน ผู้วิจัยควรใช้รูปภาพตัววีดีโอในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อสนับสนุนความเข้าใจและสร้างความรู้เบื้องต้นให้กับนักเรียนได้ด้วย

ขั้นการสร้างข้อมูลและหลักฐาน สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

1. องค์ประกอบของแหล่งข้อมูล ผู้วิจัยควรเพิ่มองค์ประกอบในการสำรวจตรวจสอบข้อมูลในด้านของแหล่งข้อมูล เพื่อให้หลักฐานที่จะใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยการมอบแหล่งข้อมูลให้กับนักเรียนหรือให้แหล่งเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น ใบความรู้ให้กับนักเรียน

2. การตรวจสอบความก้าวหน้า การสร้างข้อมูลและหลักฐานของนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาโดยนักเรียนจะต้องแบ่งหน้าที่การสำรวจตรวจสอบข้อมูล ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องคอยกระตุ้นนักเรียน โดยการตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนอยู่ตลอดเวลา โดยใช้คำถามกระตุ้นหรือคอยตรวจสอบข้อมูลว่า นักเรียนมีการสืบค้นไปในทิศทางที่ถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและอยู่ในเวลาที่กำหนด

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

การสร้างเชื่อมโยง นอกเหนือจากการอธิบายองค์ประกอบสำคัญในปฏิกิริยาที่จะใช้ในการนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองแล้ว ผู้สอนจำเป็นต้องแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความเป็นเหตุเป็นผลในการสร้างข้อโต้แย้งของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นการสร้างการโต้แย้ง สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

1. ข้อตกลงในการโต้แย้ง เพื่อให้กิจกรรมการโต้แย้งบรรลุจุดประสงค์ ครูควรสร้างข้อตกลงที่ชัดเจนให้กับนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นหรือการตั้งคำถาม รวมถึงข้อปฏิบัติในการเป็นผู้นำเสนอและผู้ฟังที่ดี อีกครั้งผู้สอนควรคอยย้ำเตือนให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์ในการโต้แย้งเพื่อให้ได้องค์ความรู้ในเรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

2. การสร้างข้อสรุป หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการโต้แย้งในแต่ละกลุ่ม ผู้สอนควรสร้างข้อสรุปที่เกิดขึ้นว่าการนำเสนอในครั้งนั้นมีประเด็นใดที่ติดค้าง ประเด็นใดที่ได้นำเสนอ ประเด็นใดที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจเพื่อไขข้อข้องใจในการโต้แย้ง พร้อมกับแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การอภิปรายข้อโต้แย้งในครั้งนี้จะเกิดขึ้นในขั้นถัดไป

ชั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

การใช้คำถามกระตุ้น ในการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับนี้ ผู้สอนต้องคำนึงอยู่เสมอว่า การสร้างองค์ความรู้ในครั้งนี้มิใช่ผู้สอนที่จะเป็นผู้มอบความรู้ให้กับนักเรียนเพียงฝ่ายเดียว ดังนั้น ในการสร้างองค์ความรู้นี้ควรใช้คำถามกระตุ้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือกล่าวถึงสาเหตุและเหตุผลของคำตอบที่ได้ในประเด็นที่สนใจ จากการโต้แย้งเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเองโดยมีผู้สอนเป็นผู้ควบคุม

ชั้นการเขียนรายงานการโต้แย้ง สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

การสร้างข้อสรุป ในชั้นการเขียนรายงานการโต้แย้งนักเรียน ผู้วิจัยควรสนับสนุนให้นักเรียนเข้าใจถึงข้อสรุปในการเขียนรายงานการโต้แย้งว่า ควรมีความสอดคล้องระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง มิใช่เพียงเพื่อตอบคำถามของสถานการณ์ปัญหาเพียงอย่างเดียว เพื่อเสริมสร้างทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

ชั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

การยกตัวอย่าง ในการแสดงความคิดเห็นจากผู้วิจารณ์ที่มีความแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนหลายคนใช้คำถามที่ต้องการคำตอบในการแนะนำการปรับปรุงรายงานของเพื่อน ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างการให้คำแนะนำที่การพัฒนาการเขียนรายงานการโต้แย้งได้ เพื่อให้ผู้ถูกประเมินรายงานสามารถทำตามคำแนะนำของผู้ประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน สิ่งที่ต้องนำไปปรับใช้ในวงจรที่ 3 คือ

การเพิ่มข้อตกลง ผู้สอนควรเน้นย้ำให้นักเรียนทราบถึงการแสดงผลว่าเหตุใดผู้ถูกประเมินจึงไม่สามารถทำตามคำแนะนำของผู้ประเมินได้ เพื่อลดปัญหาในการปรับปรุงการเขียนรายงานการโต้แย้ง

3. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3.1 การเตรียมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ตามผลการสะท้อนผลของการปฏิบัติจากวงจรรอบก่อนหน้านี้ โดยก่อนเริ่มคาบเรียนผู้วิจัยจะให้นักเรียนไปหาข้อมูล เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และทำการปรับวิธีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด โดยเสนอสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความสนใจเล็กน้อยก่อนตรงเข้าสู่ประเด็นที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ได้วิธีการหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งคำถามที่เกิดขึ้นในการสถานการณ์อย่างชัดเจนและให้ข้อมูล

เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีมาแต่อดีตจนปัจจุบัน ผู้วิจัย ควบคุมการโต้แย้งของนักเรียนให้ตรงประเด็นและกำหนดให้กลุ่มนำเสนอ อธิบายในส่วนของข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ก่อน รวมทั้งควบคุมการเขียนรายงานและวิจารณ์ ข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และอภิปรายกันตรงประเด็น โดยอ้างอิงจากหลักฐาน

3.2 การดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้เริ่มทำตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่ได้เตรียมไว้โดยเริ่มจากขั้นการเตรียมการก่อนหน้านี้ โดยใช้คาบเรียนในช่วงของการเรียนการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 คาบเรียนที่ 7 วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง คาบเรียนที่ 3 และ 4 วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และคาบเรียนที่ 7 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 4 คาบ ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ผู้เข้าร่วมการวิจัย เป็นนักเรียนในห้องเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 44 คน แต่มีนักเรียนที่เข้าร่วมในการวิจัยในรอบที่ 1 จำนวน 44 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 41 คน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นผู้สะท้อนผลและเข้าร่วมการนิเทศ โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาสามารถแยกตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่จะทำสืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ และสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบร่วมกับนักเรียน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านนิติวิทยาศาสตร์โดยให้สถานการณ์ที่จำเป็นต้องพิสูจน์ความเกี่ยวข้องทางสายเลือดของบุคคลโดยการใช้เทคนิค DNA fingerprint ผู้วิจัยทำการทบทวนความรู้ ประกอบกับการใช้รูปภาพของลายพิมพ์ DNA เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจพบว่า นักเรียนมีความสนใจในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุตัวตนของบุคคลที่ต้องการทราบในสถานการณ์ปัญหา และสามารถร่วมกันสร้างข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

...มีการใช้รูปภาพในโจทย์ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสนใจและมองภาพของสถานการณ์ปัญหาออกได้ง่าย

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้สถานการณ์ที่นักเรียนสามารถมีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้
พร้อมกับให้รูปประกอบจะทำให้นักเรียนสนใจในการทำกิจกรรม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

ผู้ผลิตโดยตัวอย่างการตั้งข้อกล่าวอ้างเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับ
สถานการณ์และความรู้เนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทาง DNA เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งข้อกล่าวอ้างของ
นักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถทราบถึงแนวทางการตั้งข้อกล่าวอ้างของตนเอง และสามารถร่วมกัน
อภิปรายถึงข้อกล่าวอ้างของตนได้อย่างมั่นใจภายในเวลาที่กำหนด โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อน
ผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...นักเรียนสามารถตั้งข้อกล่าวอ้างได้ทันเวลาเนื่องจากการกระตุ้นของผู้สอน

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นตอนการสร้างข้อมูลและหลักฐาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนแบ่งนักเรียนกลุ่ม 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกัน
คิดวางแผน วางขั้นตอน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยผู้สอนจะคอยสนับสนุนในการจัดหา
แหล่งเรียนรู้ในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง เช่น การทดลอง
การสืบหาข้อมูล การสัมภาษณ์ การแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนั้น ผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำในการใช้
เครื่องมือในการสำรวจตรวจสอบในข้อห้ที่ทำการจัดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยและนักเรียนแบ่งกลุ่มตามจำนวนที่ใช้ในกิจกรรมการโต้แย้งได้อย่างรวดเร็ว
ภายในเวลาที่กำหนด ประกอบการสำรวจตรวจสอบข้อมูล เพื่อหาหลักฐานให้กับนักเรียน พร้อมทั้ง
ชี้แจงแต่ละองค์ประกอบ และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า แต่ละองค์ประกอบสามารถช่วยสนับสนุน
นักเรียนได้อย่างไร เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการในการใช้ไปกิจกรรมและสามารถแบ่งหน้าที่กับสมาชิก
ภายในกลุ่ม เพื่อหาข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนใช้สื่อในการอธิบายใบกิจกรรมอย่างชัดเจนทำให้นักเรียนเข้าใจและใช้ใบ
กิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

...การชี้แจงให้นักเรียนเห็นภาพถึงประโยชน์ของใบกิจกรรมที่จะทำให้นักเรียนใส่ใจที่จะใช้ใบกิจกรรมควบคู่ในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล แบ่งหน้าที่ในการตรวจสอบข้อมูลในแต่ละประเด็นกับเพื่อนได้อย่างรวดเร็ว

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนทราบถึงการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็นประเด็น โดยการแยกประเด็นออกจากข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้าง และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนทราบว่า ข้อมูลชุดใดมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและสถานการณ์ปัญหาข้อมูลชุดใดสามารถใช้เป็นหลักฐานหรือข้อมูลชุดใดที่เป็นเพียงข้อมูลที่ใช้สำหรับเป็นข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่สามารถนำมาใช้ประกอบในการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เพื่อพัฒนาทักษะในการการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบายแก่นักเรียน โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนยกตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลตลอดเวลา ช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทาง

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 13 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2

ผู้วิจัยจากอุปกรณ์ในการทำโปสเตอร์เพื่อนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียนอย่างเป็นระบบ โดยมีการเตรียมการล่วงหน้าก่อนตอบกลับให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมาอธิบายอย่างเป็นระเบียบ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น โดยการศึกษาและอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มตนเอง เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลในข้อสรุปของตน ผู้วิจัยยกตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความเชื่อมโยงว่า หลักฐานชนิดใดเป็นหลักฐานที่สามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน อีกทั้งยังยกตัวอย่างการสรุปที่มีการแสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบสำคัญ โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนยกตัวอย่างองค์ประกอบในชิ้นงานช่วยลดความผิดพลาดของนักเรียนและ
ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่ดีได้

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนมีความตั้งใจในการสร้างโปสเตอร์เพื่อนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองเป็น
อย่างมาก เนื่องจากมีความเข้าใจความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบแล้ว

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2562)

ระหว่างการอภิปรายและการโต้แย้งเบื้องต้นของนักเรียนภายในกลุ่ม ผู้วิจัยเดิน
ตรวจความก้าวหน้า และใช้คำถามกระตุ้น หากพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถสร้างข้อโต้แย้งของ
ตนเองได้ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นกับสมาชิกภายในกลุ่มได้ และแบ่งหน้าที่
ในการทำงานอย่างชัดเจน จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นได้ทุกองค์ประกอบและ
เสร็จทันเวลา

...นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานกันอย่างจริงจังและสามารถสร้างองค์ประกอบ
ในการนำเสนอได้ครบถ้วน โดยสามารถแบ่งกันทำด้วยตนเองได้หลังจากที่ตกลงกันแล้ว

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้ง
เบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความ
คิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอ

ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง โดยในการนำเสนอของ
แต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยได้สนับสนุนให้นักเรียนสร้างคำถามหรือแสดงความคิดเห็นต่อการนำเสนอข้อโต้แย้ง
ของเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอ อีกทั้งผู้วิจัยยังเสริมคำถามบางคำถาม ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดง
ถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงข้อมูลของ
เนื้อหาเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในการจัดกิจกรรมการโต้แย้งในวงจรที่ 3 ผู้วิจัย
มอบหมายให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมเวลาด้วยตนเอง โดยให้กลุ่มที่นำเสนอกลุ่มถัดไปรับหน้าที่
ในการควบคุมเวลา เนื่องจากกิจกรรมการโต้แย้งใช้เวลานาน และนักเรียนจำเป็นต้องอภิปรายหรือ
ปรึกษากันตลอดเวลาในขณะรับฟัง โดยการเดินรอบห้องและกระตุ้นให้นักเรียนกลับเข้าสู่กิจกรรม
การโต้แย้ง หลังจากเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมการโต้แย้งในแต่ละกลุ่มผู้วิจัยจะจดบันทึกประเด็นที่

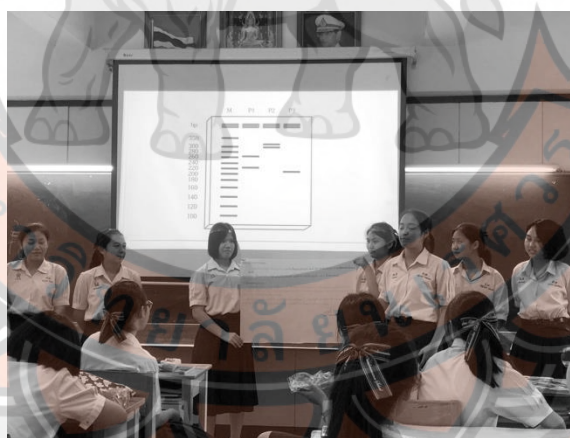
น่าสนใจ ประเด็นที่ขาดหายไป ประเด็นที่ยังไม่สามารถลงข้อสรุปได้ จากนั้นผู้วิจัยจะทำการสรุปกิจกรรมการโต้แย้งของแต่ละกลุ่มออกเป็นหัวข้ออย่างชัดเจน และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การอภิปรายการโต้แย้งในครั้งนี้จะอยู่ในขั้นถัดไป ซึ่งมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...คุณชั้นเรียนให้สามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมตลอดคาบสอนได้ และมีการใช้คำถามเข้าสู่ความเข้าใจใน Concept ที่ถูกต้องสามารถทำให้นักเรียนความเข้าใจกับ Concept ที่ถูกต้องได้

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนหลายกลุ่มมีความพยายามในการมีส่วนร่วมในการตั้งคำถาม และมีการจดบันทึกโดยเฉพาะคำถามที่เพิ่มเติมจากผู้สอน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 6 การนำเสนอข้อโต้แย้งของนักเรียน

ขั้นอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียน โดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนพุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนาวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

ผู้วิจัยทำการอภิปรายผลการโต้แย้ง โดยการนำคำถามหรือประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถเป็นแนวทางในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่ยังไม่สามารถหาข้อสรุปได้ และประเด็นที่มักพบว่า ถูกตั้งเป็นคำถามเพื่อเป็นการนำเข้าสู่การอภิปรายผล โดยในการอภิปรายผลในแต่ละประเด็นผู้วิจัยทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหาเนื้อหา และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ ในขั้นนี้ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ พร้อมกับกระตุ้นให้นักเรียนแสดงถึงสาเหตุหรือผลของคำตอบในการอภิปรายอยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้ง สื่อการสอนของผู้วิจัยมีการเพิ่มเติมรูปภาพและวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และเนื้อหาเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในทุกด้านมิใช่เพียงด้านนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีการเพิ่มเติมเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ให้กับนักเรียนด้วย โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนมีการอภิปรายถึงการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากด้านนิติวิทยาศาสตร์ด้วยทำให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ครบถ้วน และมีการใช้คำถามกระตุ้นรายบุคคลมากขึ้น

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้รูปภาพและวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในหลากหลายด้านทำให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการเขียนรายงานการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนเขียนรายงานการโต้แย้งรายบุคคล โดยรายงานการโต้แย้งต้องประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ คำถามนำแหล่งข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบ ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และสิ่งที่ควรปรับปรุง

ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียน ประเมินและรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมที่ผ่านมาทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาถกเถียงกันในรูปแบบของงานเขียน โดยในรายงานการโต้แย้งจะประกอบไปด้วย สิ่งกำลังจะทำ สิ่งที่ทำไปแล้ว และข้อสรุป โดยผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนแสดงถึง

การให้เหตุผลทั้ง 4 องค์ประกอบ ผ่านการสร้างข้อกล่าวอ้าง การสร้างคำอธิบายต่อข้อกล่าว การสร้างหลักฐาน และการสร้างข้อสรุป โดยทุกองค์ประกอบจะต้องมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกัน ผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบว่า ผู้ประเมินรายงานการโต้แย้งคนสุดท้าย คือ ผู้สอนเพื่อเน้นย้ำให้นักเรียนไม่คัดลอกงานของผู้อื่น และใส่ใจในการเขียนรายงานการโต้แย้ง โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนมีการย้ำข้อตกลงในการเขียนรายงานเพื่อให้รายงานออกมาดีและมีการใช้เหตุผล

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนมีการปรึกษาหารือกันถึงข้อมูลที่จะใช้ในการเขียนรายงานการโต้แย้ง พร้อมกับมีความกระตือรือร้นในการเขียนรายงานการโต้แย้งเนื่องจากได้รับการเน้นย้ำของผู้สอนถึงข้อตกลง

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนส่งสำเนารายงานการโต้แย้ง 3 ฉบับ โดยไม่ต้องเขียนชื่อลงในรายงาน แต่ผู้สอนจะทำหมายเลขเอาไว้ และสุ่มให้นักเรียนแต่ละคนวิจารณ์รายงานการโต้แย้งของเพื่อน โดยไม่รู้ว่าเจ้าของคือใคร นักเรียน 1 คน จะต้องวิจารณ์ทั้งหมด 3 ฉบับ โดยวิจารณ์ข้อกล่าวอ้างของเพื่อนจากหลักฐาน และการให้เหตุผลที่สนับสนุน ซึ่งคำนึงถึงความสมเหตุสมผลทางวิทยาศาสตร์

ในขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อนของวงจรที่ 3 นี้ นักเรียนสามารถนำสำเนารายงานการโต้แย้งที่ลบชื่อของเจ้าของออกมาในเวลาเรียนได้ เนื่องจากการเน้นย้ำของผู้สอนหลายครั้งก่อนการจัดการเรียนการสอน ผู้มีจ่ายคอยกระตุ้นนักเรียนให้ประเมินรายงานการโต้แย้งของเพื่อนอย่างตั้งใจ ประกอบกับการใช้เกณฑ์การประเมินที่สร้างร่วมกันกับนักเรียน โดยมีการเพิ่มเกณฑ์การสำรวจตรวจสอบในด้านของแหล่งข้อมูลที่ทั้งคู่ มีการยกตัวอย่างโดยการใช้สื่อการสอนเรื่องการแสดงความคิดเห็นในจุดประสงค์ เพื่อการพัฒนาการเขียนรายงานการโต้แย้งให้กับนักเรียน และชี้แจงว่าการเขียนคำถามลงในข้อแนะนำ ไม่สามารถทำให้เจ้าของรายงานการโต้แย้งเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการพัฒนารายงานการโต้แย้งได้ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น หรือการให้คำแนะนำในรายงานการโต้แย้งของเพื่อน

โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน และผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนมีการยกตัวอย่างการเขียนให้คำแนะนำในรายงานการโต้แย้ง
(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนสามารถเขียนแสดงความคิดเห็นหรือการให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้ตรง
จุดประสงค์ และสามารถทำได้ทันเวลา
(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นการปรับปรุงและการส่งรายงาน

การจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ ผู้สอนคืนรายงานที่ได้รับจากการวิจารณ์ในขั้นที่ 7 และ
และให้นักเรียนแก้ไข และให้นักเรียนแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้วิจารณ์หาก และให้นักเรียนแก้ไขตาม
คำแนะนำจากผู้วิจารณ์ หากไม่แก้ไขให้เหตุผลว่าทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำ และส่งรายงานที่แก้ไข
ให้กับผู้สอนเพื่อเป็นผู้ประเมินสุดท้าย

หลังจากที่ผู้วิจัยมีการเน้นย้ำถึงข้อตกลงในการปรับปรุงแก้ไขรายงานการทดลอง
หากพบว่า มีการคัดลอกมาจากบุคคลอื่น และมีการเน้นย้ำให้นักเรียนแสดงถึงเหตุผลในการปรับปรุง
หรือไม่ปรับปรุงรายงานการโต้แย้งของตนเองตามคำแนะนำของผู้ประเมิน พบว่า นักเรียนสามารถ
ทำตามข้อตกลงได้อย่างดี และสามารถส่งรายงานการโต้แย้งที่มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน
ภายในเวลาที่กำหนด โดยมีรายละเอียดในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้าน
การสอนและผู้วิจัย ดังนี้

...ผู้สอนเน้นย้ำถึงข้อตกลงในการเขียนรายงานตลอดเวลา ทำให้นักเรียนเกิดความ
ใส่ใจในการส่งรายงานการโต้แย้ง
(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนมีการปรับปรุงรายงานและมีการเพิ่มเติมข้อมูลตามคำแนะนำของเพื่อน
(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ตาราง 6 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ขั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรการจัดการเรียนรู้					แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3	
	สิ่งที่พบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่ค้นพบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่พบ	
ขั้นการระ บอ ภาระงาน และข้อ คำถาม	1. เวลาในการนำ เข้าสู่สถานการณ์ มากเกินไป	1. ผู้สอนลดเวลา ในการเกริ่นนำเพื่อ เข้าสู่สถานการณ์	1. สถานการณ์ มีความซับซ้อน	1. ผู้สอนควรเดิน กระตุ้นนักเรียนและ คอยให้คำแนะนำ	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อกล่าวอ้างได้ทันเวลา และสามารถเข้าใจถึง	ผู้สอนควรจัดรูปแบบของข้อมูล ในสถานการณ์ที่เป็นความเรียง มีเนื้อหาไม่ลึกเกินไปและใช้ภาพหรือ วิดีโอที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับ
	2. นักเรียนใช้เวลา ทำความเข้าใจต่อ สถานการณ์ปัญหา ได้ยากเนื่องจาก เป็นความเรียง	2. ผู้สอนปรับ สถานการณ์ปัญหา ให้มีสัดส่วนชัดเจน พร้อมใช้รูปภาพ และวิดีโอ	ข้อกล่าวอ้างด้วย ตนเองได้ช้า และมี ข้อสงสัยตลอดเวลา	2. ปรับเนื้อหาใน สถานการณ์ที่ไม่ลึก เกินไป	สถานการณ์ปัญหาและ สามารถสร้างข้อกล่าวอ้าง ของตนเองได้	วิดีโอที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับ องค์ประกอบของสถานการณ์ รวมถึง คอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเห็น แนวทางสร้างข้อกล่าวอ้าง และ ตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน อย่างสม่ำเสมอ
ขั้นการสร้าง ข้อมูลและ หลักฐาน	1. ใช้เวลาในการจัด กลุ่มมากเกินไป	1. ผู้สอนควรสร้าง ระบบในการจัด	1. นักเรียนจัดกลุ่ม ได้รวดเร็ว	1. ยกตัวอย่างข้อมูลที่ มีความเกี่ยวข้องกับ ประเด็นปัญหา	1. นักเรียนสามารถ จัดกลุ่มได้ทันเวลา	ผู้สอนควรมีการเตรียมพร้อมในการ จัดกลุ่มก่อนถึงเวลาเรียนเสมอ และ ชี้แจงองค์ประกอบในใบกิจกรรมและ
	2. นักเรียนไม่ทราบ ถึงวิธีการใช้ใบ กิจกรรมในการ สืบค้นข้อมูล	กลุ่มโดยสั่งให้ นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ก่อนถึงคาบเรียน	2. นักเรียนใช้ใบ กิจกรรมได้อย่างมี ระบบ	2. แจ้งให้นักเรียน ทราบถึงการนำข้อมูล ไปใช้ในขั้นต่อไป	2. นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบข้อมูลได้ตรง ประเด็นและทันเวลา ที่กำหนด	วิธีการในการใช้ใบกิจกรรมร่วมกับ การสืบค้น รวมถึงให้แนวทางในการ ทำงานเป็นทีม และยกตัวอย่างว่า

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรการจัดการเรียนรู้					แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3	
	สิ่งที่พบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่ค้นพบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่พบ	
		กิจกรรมที่ใช้ในหรร สำรวจตรวจสอบ ข้อมูล	สืบค้นมีประเด็น ที่ไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา			ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อกล่าว อ้างนั้นเป็นอย่างไร พร้อมแจ้งให้ นักเรียนทราบว่าข้อมูลที่ได้นั้นจะ นำไปใช้ต่ออย่างไร
ขั้นการสร้าง การโต้แย้ง เบื้องต้น	1. นักเรียนใช้เวลา ในการเลือกและรับ อุปกรณ์มากเกินไป 2. นักเรียนไม่ สามารถเข้าใจ ถึงองค์ประกอบ โปสเตอร์โดยไม่ได้ รับความช่วยเหลือ จากผู้สอน	1. ผู้สอนควรเตรียม อุปกรณ์ที่ใช้ใน กิจกรรมให้ครบถ้วน และแบ่งเป็นกลุ่ม เอาไว้ก่อนถึงคาบ 2. ผู้สอนอธิบาย ถึงความเชื่อมโยง ขององค์ประกอบ ภายในโปสเตอร์ ให้ละเอียดและ ชัดเจนขึ้น	1. นักเรียนบางกลุ่ม ยังไม่สามารถหา ข้อสรุปของความ คิดเห็นของกลุ่มได้ ทันเวลา 2. นักเรียนบางกลุ่ม ไม่ช่วยกันทำงาน หรือ ทำกิจกรรมอื่น ในชั้นเรียน 3. นักเรียนบางกลุ่ม มีข้อสงสัยเกี่ยว กับงาน	1. ผู้สอนควรให้ แนวทางในการแสดง ความเห็นภายในกลุ่ม เพื่อเลือกข้อมูล ร่วมกัน 2. ผู้สอนควรเดิน สำรวจความก้าวหน้า พร้อมตอบคำถาม และให้ความ ช่วยเหลืออย่าง ทั่วถึง	1. นักเรียนสามารถสร้าง โปสเตอร์ของกลุ่มตนเอง ได้ทันภายในเวลาที่ กำหนด 2. นักเรียนมีความตั้งใจ ไม่ทำกิจกรรมอื่น ในชั้นเรียน	ผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ ในกิจกรรมทั้งหมดและแจกให้กับ นักเรียนอย่างเป็นระบบ ผู้สอน ควรอธิบายถึงความเชื่อมโยงของ องค์ประกอบภายในโปสเตอร์ จากนั้น ให้แนวทางในการประเมินข้อมูล ร่วมกันเป็นทีมเพื่อสร้างข้อโต้แย้ง เบื้องต้น และสำรวจความก้าวหน้า ของนักเรียนอยู่เสมอ

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรการจัดการเรียนรู้					แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3	
	สิ่งที่พบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่ค้นพบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่พบ	
ขั้นการสร้าง การโต้แย้ง	1. นักเรียนไม่กล้า แสดงความคิดเห็น 2. นักเรียนแสดง ความคิดเห็นที่ เน้นหนักไปในทาง ใดทางหนึ่ง เช่น ด้านเนื้อหาเพียง อย่างเดียว	ผู้สอนควรชี้แจง ข้อตกลงในการ โต้แย้งอย่างชัดเจน และยกตัวอย่าง การโต้แย้งในแต่ละ องค์ประกอบทั้ง เนื้อหาและการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	1. นักเรียนไม่มี การจดบันทึกใน ประเด็นการโต้แย้ง ที่น่าสนใจ 2. มีข้อสงสัยเกิดขึ้น ในการโต้แย้งทำให้ การโต้แย้ง หยุดชะงัก	1. ผู้สอนควรแจ้ง ให้นักเรียนจดบันทึก ประเด็นสำคัญเพื่อใช้ ในการเขียนรายงาน การโต้แย้ง 2. ผู้สอนควรสรุปข้อ โต้แย้งของแต่ละกลุ่ม เพื่อทำให้งิจกรรมการ โต้แย้งดำเนินต่อไปได้	1. นักเรียนสามารถแสดง ความคิดเห็นได้อย่างมั่นใจ 2. นักเรียนสามารถแสดง ความคิดเห็นทั้งในแง่ของ เนื้อหาและการเหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ จดบันทึกประเด็นสำคัญเพื่อใช้ ในการเขียนรายงานการโต้แย้ง และ สรุปข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มเพื่อทำ ให้งิจกรรมการโต้แย้งดำเนินต่อไปได้	ผู้สอนควรชี้แจงข้อตกลงในการโต้แย้ง อย่างชัดเจน และยกตัวอย่างการ โต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบทั้ง เนื้อหาและการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ควรแจ้งให้นักเรียน จดบันทึกประเด็นสำคัญเพื่อใช้ ในการเขียนรายงานการโต้แย้ง และ สรุปข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มเพื่อทำ ให้งิจกรรมการโต้แย้งดำเนินต่อไปได้
ขั้นการ อภิปรายผล ที่ชัดเจน และการ สะท้อนกลับ	นักเรียนเชื่อมโยง การอภิปรายเข้าสู่ สถานการณ์ หรือ การโต้แย้งไม่ได้	จัดแทรกข้อโต้แย้ง หรือคำถามลงในสื่อ การสอนเพื่อใช้ เป็นคำถามนำ การอภิปราย และ เชื่อมโยงเข้าสู่ สถานการณ์	1. นักเรียนรอ ให้ครูเป็นครูสรุป การอภิปรายเพียง ฝ่ายเดียว และ มีส่วนร่วมในการ สร้างองค์ความรู้ น้อย	1. ครูควรเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้หา ข้อสรุปจากการ อภิปรายด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง 2. เพิ่มรูปภาพและ	นักเรียนสามารถสร้าง ข้อสรุปและสร้างองค์ ความรู้จากการอภิปราย ได้ด้วยตนเอง และมีการ แสดงความคิดเห็นตลอด การอภิปรายและเชื่อมโยง เข้าสู่สถานการณ์ปัญหา	ผู้สอนควรนำสิ่งที่จดบันทึกจาก การโต้แย้งมาวิเคราะห์ จัดเรียงลำดับ ของข้อโต้แย้ง และทอดแทรกเข้าไป ในการอภิปรายในเนื้อหาภายในสื่อ การสอน และต้องเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้า องค์ความรู้ด้วยตนเองอยู่เสมอ

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรการจัดการเรียนรู้					แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3	
	สิ่งที่พบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่ค้นพบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่พบ	
		การโต้แย้งและ เนื้อหา	2. นักเรียนต้องการ เห็นตัวอย่าง เพิ่มเติมในการ อภิปรายข้อมูล	วิดีโอ ลงในสื่อ การสอน	และการโต้แย้งได้	พร้อมกับเพิ่มรูปภาพและวิดีโอ ที่หลากหลายลงในสื่อการสอน
ขั้นการเขียน รายงาน การโต้แย้ง	ผู้สอนควรชี้แจง ให้นักเรียนเขียน รายงานโต้แย้ง โดยมี	1. ผู้สอนควรชี้แจง ถึงองค์ประกอบที่ สำคัญในการเขียน รายงานการโต้แย้ง 2. ครูควรยก ตัวอย่างการเขียน ที่แสดงถึง องค์ประกอบสำคัญ ภายในรายงาน การโต้แย้ง	นักเรียนลอกงาน ผู้อื่น และเขียน รายงานบางส่วน ไม่ครบและไม่แสดง เหตุผลในการไม่ ปรับปรุงแก้ไขงาน	1. ครูควรแจ้งให้ นักเรียนทราบว่า รายงานการโต้แย้งจะ ถูกประเมินและ ปรับปรุงแก้ไขจนกว่า จะสมบูรณ์แบบ เท่านั้น 2. เน้นย้ำให้นักเรียน แสดงเหตุผลเมื่อ ไม่แก้ไขงานตาม คำแนะนำ	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงความเชื่อมโยงของ องค์ประกอบภายใน รายงานได้ 2. นักเรียนแสดงเหตุผล ในการไม่ปรับปรุงรายงาน และไม่ลอกงานเพื่อน	ผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ ถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการเขียน รายงานการโต้แย้ง และแจ้งให้ นักเรียนทราบว่า รายงานการโต้แย้ง จะถูกประเมินในขั้นถัดไป พร้อมยกตัวอย่างการเขียนที่แสดงถึง องค์ประกอบสำคัญภายในรายงาน การโต้แย้ง

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรการจัดการเรียนรู้					แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
	วงจรที่ 1		วงจรที่ 2		วงจรที่ 3	
	สิ่งที่พบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่ค้นพบ	สิ่งที่ควรปรับปรุง	สิ่งที่พบ	
ขั้นการ ประเมิน โดยเพื่อน	1. นักเรียนลืมทำ สำเนารายงาน การโต้แย้งมา ในคาบเรียน 2. นักเรียนใช้ ข้อความกำกวม ในการให้ข้อเสนอ แนะในการประเมิน รายงานการโต้แย้ง	1. ผู้สอนควรเน้นย้ำ ให้นักเรียนทำสำเนา มาในคาบเรียน 2. ผู้สอนควรยก ตัวอย่างการประเมิน ที่ใช้เพื่อการปรับปรุง รายงาน	ผลของการ ประเมินกับ รายงานการ โต้แย้งมีคุณภาพ ไม่สอดคล้องกัน	ผู้สอนต้องแจ้งให้ นักเรียนทราบว่า การประเมินจะถูก ตรวจสอบอีกครั้ง จากครู	1. ผู้ถูกประเมินสามารถ แก้ไขรายงานตามคำ แนะนำได้ 2. นักเรียนสามารถทำ สำเนารายงานการโต้แย้ง มาในคาบกิจกรรมอย่าง ครบถ้วน 3. ผลการประเมินสอดคล้อง กับคุณภาพรายงาน	ผู้สอนควรเน้นย้ำให้นักเรียนทำสำเนา มาในคาบเรียน ผู้สอนควรยกตัวอย่าง การประเมินที่ใช้เพื่อการปรับปรุง รายงาน ผู้สอนต้องแจ้งให้นักเรียน ทราบว่า การประเมินจะถูกตรวจสอบ อีกครั้งจากครู
ขั้นการ ปรับปรุง และการส่ง รายงาน	นักเรียนไม่สามารถ ปรับแก้รายงานได้ หากไม่ได้รับความ ช่วยเหลือและไม่ ระบุเหตุผลเมื่อไม่ ปรับแก้รายงาน	ผู้สอนควรแจ้งวิธีการ ในการปรับแก้รายงาน ตามคำแนะนำ และ แจ้งให้นักเรียนใส่ เหตุผลทุกครั้งเมื่อไม่ ปรับแก้รายงานของ ตนเอง	นักเรียนไม่ ติดตามการแก้ไข งานและไม่ส่งงาน รอบปรับปรุง	ผู้สอนควรแจ้งให้ ทราบว่านักเรียนต้อง ปรับปรุงรายงานทุก ครั้งจนกว่าจะผ่าน หากรายงานมี ข้อบกพร่อง หรือมี การคัดลอกงาน	1. นักเรียนเขียนเหตุผล เมื่อไม่ปรับแก้งาน 2. นักเรียนส่งรายงาน จนกว่าจะผ่านการประเมิน 3. ไม่มีการคัดลอกรายงาน การโต้แย้ง	ผู้สอนควรแจ้งวิธีการในการปรับแก้ รายงานตามคำแนะนำ และแจ้งให้ นักเรียนใส่เหตุผลทุกครั้งเมื่อไม่ปรับแก้ รายงานของตนเอง และแจ้งให้ทราบ ว่านักเรียนต้องปรับปรุงรายงานทุก ครั้งจนกว่าจะผ่านหากรายงานมี ข้อบกพร่อง หรือมีการคัดลอกงาน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1. การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยการให้เหตุผลแต่ละแบบนี้จะเกิดการพัฒนาผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไป ซึ่งได้ผลการวิจัย ดังนี้

การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction) คือ การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย ความสามารถในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้น จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการคาดคะเนคำตอบในขั้นเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ คือ ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม โดยหลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนจะได้ใช้ความรู้และข้อมูลต่างๆ ที่มีเพื่อคาดคะเนคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยได้จำแนกหมวดหมู่ของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบสมมติฐานออกเป็น 3 กลุ่ม โดยอิงจากนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้ กลุ่ม A นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วนทุกประเด็นพร้อมทั้ง ขยายความคำตอบ กลุ่ม B นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วน แต่ไม่มีการขยายความคำตอบ และกลุ่ม C นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถาม หรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้บางประเด็น ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงสมมติฐานสำหรับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 7 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติ
นักเรียนในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี
การโต้แย้งทั้ง 3 วงจร

วงจร ในการจัดการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน รวม	กลุ่มของคำตอบในการให้เหตุผลแบบสมมติ					
		กลุ่ม A		กลุ่ม B		กลุ่ม C	
		จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม	42	15	35.71	12	28.57	15	35.71
วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม	44	9	20.45	25	59.52	10	22.73
วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	43	15	34.88	23	53.49	5	11.62

จากตาราง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีค่าร้อยละการให้เหตุผลแบบสมมติที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่ม C ซึ่งเป็นกลุ่มของคำตอบที่สามารถคาดคะเนคำตอบได้บางประการลดลง โดยวงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 35.71 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 22.73 และ วงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 11.62 โดยกลุ่มของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบสมมติในกลุ่ม A และ B ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วนทุกประเด็น มีค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร คือ วงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 64.28 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 79.97 และในวงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 88.37 โดยมีรายละเอียดของการให้เหตุผลแบบสมมติในแต่ละวงรดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งหลังจากที่ผู้วิจัยได้นำภาพเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ผู้วิจัยได้มอบสถานการณ์ที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน นั่นคือ “มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ยืนที่สามารถควบคุมการสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ใช้ในการควบคุมระดับน้ำตาลได้ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน คือ ผู้ที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมปริมาณอินซูลินได้ นักวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องการสกัดอินซูลินออกมาจากสิ่งมีชีวิต แต่ไม่สามารถสกัดออกมาจาก

มนุษย์ได้ เนื่องจากเหตุผลทางด้านจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จึงจำเป็นต้องนำยื่นที่สามารถควบคุมการสร้างอินซูลินในมนุษย์ไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพื่อที่จะสกัดดีเอ็นเอมาจากสิ่งมีชีวิตนั้นๆ หากเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเลือกใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมใดบ้างที่สามารถนำมาสร้างอินซูลิน ให้ได้จำนวนมากพอที่จะสามารถสร้างยาอินซูลินให้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวนมาก” และจะได้สุ่มถามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกำหนดให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบโดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลายซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A นักเรียนเป้าหมายสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยการขยายคำตอบนั้นมีทั้งที่เป็นการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเลือกคำตอบมาแบบคร่าวๆ หรือแสดงหลักการของวิธีที่นักเรียนได้เลือกมาเป็นคำตอบ ดังภาพดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 สิ่งที่น่าสงสัยจะทำ
คำถามสำคัญ (ที่ได้จากสถานการณ์) ที่ผู้คิดสร้างหรือสร้างคือ คือ เทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่งที่จะ
ที่สามารถนำยีนสร้างอินซูลินที่ได้จากจำนวนน้อย ที่สามารถสร้างอินซูลินให้กับผู้ป่วยเบาหวานได้
ข้อกล่าวอ้างของคุณ คือ ข้าพเจ้านึกถึงโคลนนิ่งแบบ PCR และกรอหัยพลาสมิดของแบคทีเรียที่สามารถเพิ่ม
จำนวนขึ้นได้ แสดงว่า เราสามารถใส่ 2 อีซี ในสารเพิ่มจำนวนอินซูลิน ให้เพิ่มพอกับผู้ป่วยได้

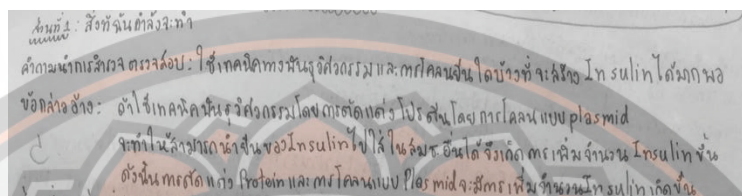
ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ B นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วน แต่ไม่มีการขยายความคำตอบ

ส่วนที่ 1 สิ่งที่น่าสงสัยจะทำ
คำถามสำคัญ : ทำได้จากสถานการณ์ที่ผู้คนสามารถสร้างสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากพันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีการโคลนนิ่งที่จะนำยีนจากสัตว์
อินซูลินที่ได้จากพลาสมิดจากผู้ป่วยเบาหวาน
ข้อกล่าวอ้างของคุณคือ : สามารถสร้างอินซูลินได้จากเทคโนโลยีการโคลนนิ่งจากสัตว์ gene และเทคโนโลยีพลาสมิด
ของแบคทีเรีย

ภาพ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ C นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็น



ภาพ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐานในวงจรที่ 1

วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในวงจรที่ 2 หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำภาพเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด ผู้วิจัยได้มอบสถานการณ์ที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน เพื่อให้เห็นความสำคัญของของการศึกษา DNA และจีโนม นั่นคือ “ข้าว (*Oryza sativa* L.) ถือเป็นพืชต้นแบบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเนื่องจากมีขนาดของจีโนมเล็กและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ การศึกษาจีโนมข้าวเป็นโครงการร่วมมือนานาชาติที่มีประเทศไทยเข้าร่วมในการศึกษาด้วย โดยทำการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของโครโมโซมแท่งที่ 9 นักเรียนคิดว่าก่อนที่นักวิทยาศาสตร์จะนำชิ้นส่วนของ DNA ไปศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้นั้น ต้องมีการหาว่าดีเอ็นเอในช่วงใดที่มีขนาดแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าเทคนิควิธีการใดที่จะสามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถแยกขนาดของดีเอ็นเอได้ และนักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ DNA เพื่อศึกษาจีโนมของข้าวนั้นอย่างไร” และได้สุ่มถามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับการใช้เทคนิคเพื่อวิเคราะห์ DNA ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A นักเรียนเป้าหมายสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยการขยายคำตอบนั้นมีทั้งที่เป็นการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเลือกคำตอบมาแบบคร่าวๆ หรือแสดงหลักการของวิธีที่นักเรียนได้เลือกมาเป็นคำตอบ

ส่วนที่ 1 สิ่งที่น่าสนใจจะทำ
คำถามสำคัญที่จะสำรวจตรวจสอบคือ เทคนิควิธีใดและขั้นตอนใดบ้างที่สามารถแยกขนาดของ DNA
และสามารถศึกษา โหมดจำแนกได้หรือไม่
วิธีการ
ข้อกล่าวอ้างคือ ใช้เทคนิค gel electrophoresis เพื่อแยกขนาดของ DNA และ ใช้เครื่อง automated
sequencer ในการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัว และ ใช้เครื่องมืออื่น ๆ ที่มาจาก PCR-RFLP ในการศึกษา
ความหลากหลายของ DNA ของจีโนมของตัวได้

ภาพ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ B นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้าง
ข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วน แต่ไม่มี
การขยายความคำตอบ

ส่วนที่ 1 สิ่งที่น่าสนใจจะทำ
• คำถามสำคัญ (ที่ได้จากสถานการณ์) ที่คุณจะสำรวจ ตรวจสอบ คือ
เทคนิคใดบ้างที่สามารถใช้เพื่อหาขนาดของ DNA และลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA
และสามารถศึกษา โหมดจำแนกได้หรือไม่
วิธีการ
ข้อกล่าวอ้างคือ ใช้เทคนิค gel electrophoresis หรือ RFLP เพื่อแยกขนาดของ DNA และ
นำไปศึกษา ดูผลของ PCR

ภาพ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ C นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้าง
ข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็น

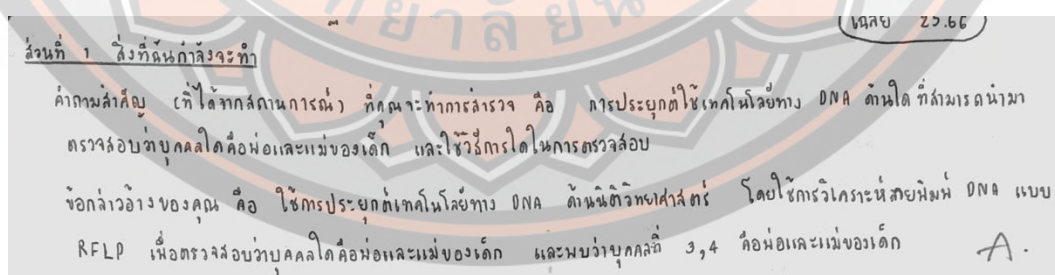
ส่วนที่ 1 สิ่งที่น่าสนใจจะทำ
คำถามสำคัญ (ที่ได้จากสถานการณ์) ที่คุณจะสำรวจ ตรวจสอบคือ
เทคนิควิธีใดบ้าง ขั้นตอนใดบ้าง ที่จะสามารถทำให้ได้วิทยาศาสตร์ สามารถแยกขนาดของดีเอ็นเอได้และ
นักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ DNA เพื่อศึกษาจีโนมของตัวหรือไม่
ข้อกล่าวอ้างของคุณคือ ใช้เทคนิค DNA analysis ขั้นตอนกระบวนการ gel electrophoresis

ภาพ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 2

วงจรที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

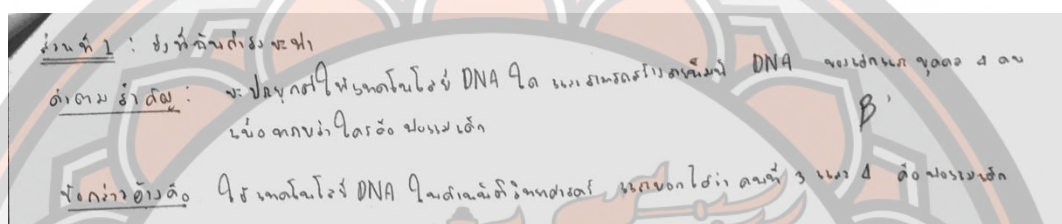
ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการได้แย่งในวงจรที่ 2 หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำภาพเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด ผู้วิจัยได้มอบสถานการณ์ที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน เพื่อให้เห็นความสำคัญของการศึกษา DNA และจีโนม นั่นคือ “ข้าว (Oryza sativa L.) ถือเป็นพืชต้นแบบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเนื่องจากมีขนาดของจีโนมเล็กและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ การศึกษาจีโนมข้าวเป็นโครงการร่วมมือนานาชาติที่มีประเทศไทยเข้าร่วมในการศึกษาด้วย โดยทำการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของโครโมโซมแท่งที่ 9 นักเรียนคิดว่าก่อนที่นักวิทยาศาสตร์จะนำชิ้นส่วนของ DNA ไปศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้นั้นต้องมีการหาว่าดีเอ็นเอในช่วงใดที่มีขนาดแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าเทคนิควิธีการใดที่จะสามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถแยกขนาดของดีเอ็นเอได้ และนักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ DNA เพื่อศึกษาจีโนมของข้าวนั้นอย่างไร” และกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A นักเรียนเป้าหมายสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยการขยายคำตอบนั้นมีทั้งที่เป็นการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเลือกคำตอบมาแบบคร่าวๆ หรือแสดงหลักการของวิธีที่นักเรียนได้เลือกมาเป็นคำตอบ



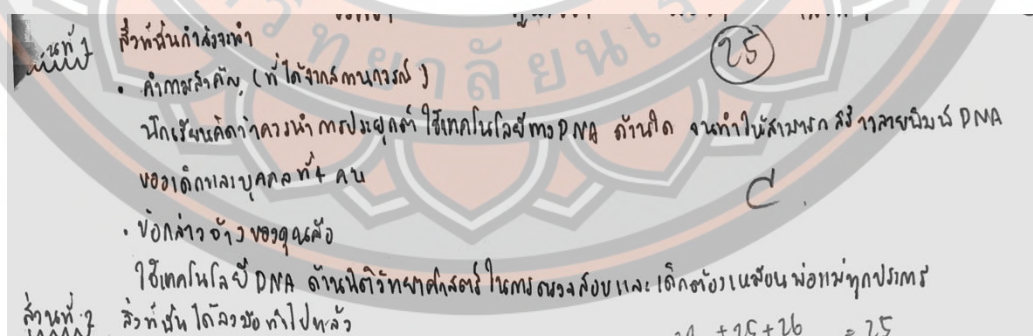
ภาพ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ B นักเรียนเป้าหมายสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยการขยายคำตอบนั้นมีทั้งที่เป็นการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเลือกคำตอบมาแบบคร่าวๆ หรือแสดงหลักการของวิธีที่นักเรียนได้เลือกมาเป็นคำตอบ



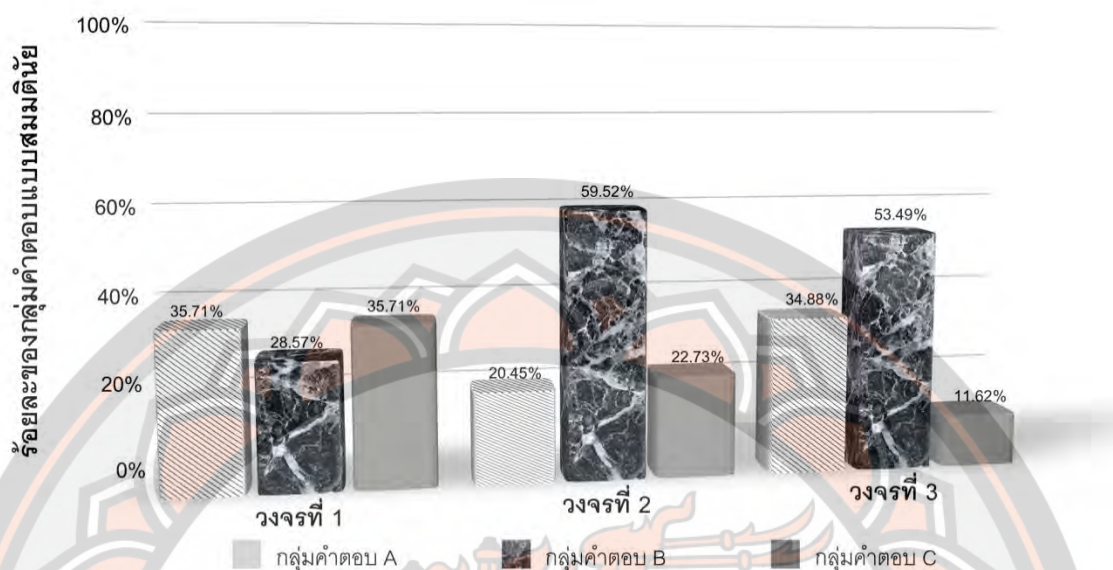
ภาพ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐานในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ C นักเรียนเป้าหมายสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ โดยการขยายคำตอบนั้นมีทั้งที่เป็นการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเลือกคำตอบมาแบบคร่าวๆ หรือแสดงหลักการของวิธีที่นักเรียนได้เลือกมาเป็นคำตอบ



ภาพ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐานในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 16 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร

จากภาพ จำนวนร้อยละของคำตอบในกลุ่ม A มีค่าร้อยละสูงที่สุดในวงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 น้อยที่สุดในวงจรที่ 2 กลุ่มคำตอบ B มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 รองลงมา คือ ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 1 และกลุ่มคำตอบ C มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 3

การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) คือ เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้น จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นที่ 2 ของการจัดการเรียนรู้ คือ การสร้างข้อมูลและหลักฐาน โดยหลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนจะได้จับกลุ่มกับเพื่อนเพื่อร่วมกันวางแผนขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ กำหนดประเด็นการสืบค้น หาข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ผู้วิจัยได้จำแนกหมวดหมู่ของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบอธิบายออกเป็น 3 กลุ่ม โดยอิงจากนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้ กลุ่ม A นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบและมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการออกเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด กลุ่ม B นักเรียนสามารถ

สร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก และกลุ่ม C นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้บางคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาการให้เหตุผลแบบอธิบาย สำหรับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 8 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบายนักเรียนในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร

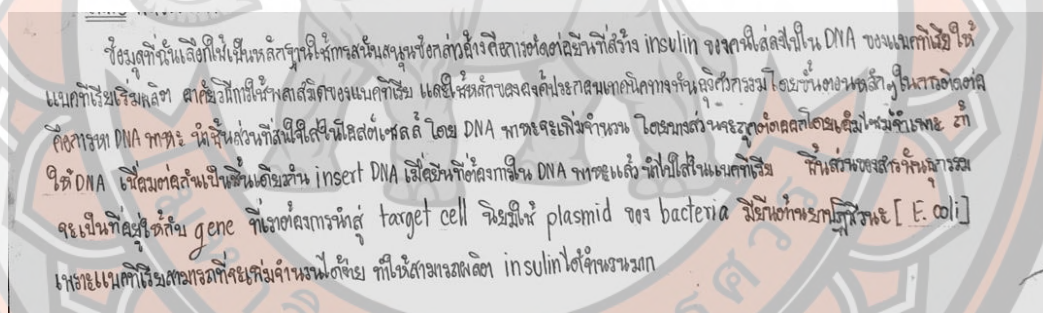
วงจร ในการจัดการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน รวม	กลุ่มของคำตอบในการให้เหตุผลแบบอธิบาย					
		กลุ่ม A		กลุ่ม B		กลุ่ม C	
		จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม	42	18	42.85	9	21.42	15	35.71
วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม	44	17	38.67	18	40.91	9	20.45
วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	43	18	41.86	17	39.53	8	18.60

จากตาราง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีค่าร้อยละการให้เหตุผลแบบอธิบายที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่ม C ซึ่งเป็นกลุ่มของคำตอบที่สามารถในการสร้างคำอธิบายต่อข้อกล่าวอ้างได้บางประการลดลง โดยวงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 35.71 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 20.45 และ วงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 18.60 โดยกลุ่มของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบอธิบายในกลุ่ม A และ B ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างได้ครบถ้วนทุกประเด็น มีค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรคือ วงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 64.27 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 77.58 และในวงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 81.39 โดยมีรายละเอียดของการให้เหตุผลแบบอธิบายในแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากให้ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาแล้วในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง โดยมีจุดประสงค์ในการอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างไว้ และได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามีแนวทางในการสืบค้นข้อมูลอย่างไร เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการสร้างคำอธิบายต่อข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลายซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการออกเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด โดยนักเรียนแสดงถึงวิธีการที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เหตุเกิดความเป็นไปได้ในการสร้างอินซูลิน



ภาพ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ B คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก ไม่มีการยกตัวอย่างถึงรายละเอียดของขั้นตอน สิ่งที่ยอมรับปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมของขั้นตอนนั้นๆ

ข้อมูล ที่ ใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ เทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัย
พลาสมิดของแบคทีเรีย ทำได้โดย แยกพลาสมิดที่จะใช้เป็นพาหะ และยีนที่ต้องการออกจากสิ่งมีชีวิต
แล้วนำพลาสมิดไปใส่ในเซลล์ของแบคทีเรีย แล้วโคลน โดยทาง พาราเลี้ยงเพิ่ม จำนวน

ภาพ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ C คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือ
คำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนบางคำตอบ และมีการแสดงให้เห็น
ถึงหลักการหรือวิธีการหลัก โดยการแสดงคำอธิบายถึงข้อกล่าวอ้างของนักเรียนสนับสนุนไม่ครบ
ทุกคำตอบ เช่น มีการอธิบายถึงหลักการในการทำเทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิด แต่ขาด
การอธิบายถึงเหตุผลของการสนับสนุนการเป็นคำตอบของเทคนิค PCR ในข้อกล่าวอ้าง

ข้อมูล ที่ ใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง คือ เทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิด
ของแบคทีเรีย ทำได้โดย แยกพลาสมิดที่จะใช้เป็นพาหะ และยีนที่ต้องการออกจากสิ่งมีชีวิต
แล้วนำพลาสมิดไปใส่ในเซลล์ของแบคทีเรีย แล้วโคลน โดยทาง พาราเลี้ยงเพิ่ม จำนวน เราจะได้ Bact. ที่สังเคราะห์อินทรีย์สาร

ภาพ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 1

วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

ในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาแล้วในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยแบ่ง
นักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ
ข้อกล่าวอ้าง โดยมีจุดประสงค์ในการอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างไว้ และได้สุ่ม
ถามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามีแนวทางในการสืบค้นข้อมูลอย่างไร เพื่อกระตุ้นให้
นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการสร้างคำอธิบายต่อข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับการใช้เทคนิคในการวิเคราะห์
DNA และการศึกษาจีโนม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้
ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการออกเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด โดยนักเรียนแสดงถึงวิธีการที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เหตุการณ์ความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ขนาดของยีน ซึ่งเป็นกระบวนการในการเริ่มต้นการศึกษาจีโนมทั้งหมดได้จากการใช้เครื่องอ่านลำดับเบส

ข้อมูลที่น่าสนใจอีกอันหนึ่งในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ

- กระบวนการ gel electrophoresis เป็นกระบวนการแยกส่วนของ DNA ที่มีขนาดและรูปร่างต่างกัน โดยให้ DNA เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เรียกว่า gel ที่อยู่ภายใต้สนามไฟฟ้า โมเลกุล DNA ที่เบสประจุลบจะเคลื่อนที่เข้าหาประจุบวก โดย DNA ที่มีขนาดเล็กจะเคลื่อนที่ได้ไวกว่าโมเลกุลขนาดใหญ่ โดยเปรียบเทียบกับโมเลกุล DNA ที่ทราบขนาดอยู่แล้ว เปรียบเทียบจากแถบที่เกิดแถบ
- วิธี PCR-RFLP เป็นเทคนิคการตรวจสอบรูปแบบของแถบ DNA ซึ่งให้ผลเป็นเครื่องหมายพันธุกรรม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของ DNA ของจีโนมของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ได้
- สามารถตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ได้ด้วยเครื่องมือ automated sequencer

ภาพ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบายในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ B คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก ไม่มีการยกตัวอย่างถึงรายละเอียดของขั้นตอน สิ่งที่ยอมรับปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมของขั้นตอนนั้นๆ

ข้อมูลที่สนใจอีกอันหนึ่งในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ ใช้แยกส่วนของ DNA โดยใช้ Electrophoresis เป็นเทคนิคที่ใช้แยกโมเลกุลของ DNA ที่มีขนาดต่างกัน โดยใช้กระแสไฟฟ้า DNA sequencing ใช้เทคนิค Automated sequencing นำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาทำแผนที่โปรตีนเป็น DNA สังเคราะห์

ภาพ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบายในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ C คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนบางคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก โดยนักเรียนอธิบายข้อกล่าวอ้างที่เลือกใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟเรซิส โดยกล่าวถึงเพียงขั้นตอนหลัก และจุดประสงค์ของการใช้เทคนิค แต่ไม่ได้แสดงถึงคำอธิบายถึงข้อมูลที่ใช้นับสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในส่วนเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาจีโนม

ข้อมูล ที่เลือกใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ วิธีแยกขนาด DNA วิธี Electrophoresis เป็นเทคนิคที่ใช้แยก molecule ของสารที่มีประจุออกจากกันโดยใช้กระแสไฟฟ้า DNA sequencing ใช้เทคนิค Automated sequencing จินาลิขณ์ nucleotide ที่ต้องการวิเคราะห์ไปสร้างเป็น DNA ส่วนผสม

ภาพ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 2

วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาแล้วในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อมอบหมายให้นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง โดยมีจุดประสงค์ในการอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างไว้ และได้สุ่มถามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามีแนวทางในการสืบค้นข้อมูลอย่างไร เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางในการสร้างคำอธิบายต่อข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลายซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการออกเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด โดยนักเรียนแสดงถึงหลักการในการนำเทคนิคทางเทคโนโลยีมาใช้ในการด้านนิติวิทยาศาสตร์ พร้อมกับการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของการประยุกต์ใช้ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ว่ามีความสอดคล้องกับเรื่องของการถ้อยทอดสืบอย่างไร เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนในการระบุบุคคล

ข้อมูลที่เลือกใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ กระบวนการนิติวิทยาศาสตร์ คือการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อหาข้อเท็จจริงในคดีความเพื่อนำมาใช้ในการบังคับใช้กฎหมายและกระบวนการอื่น เช่น การตรวจสอบลายนิ้วมือ

เทคนิค RFLP ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยเพิ่มปริมาณ DNA

วิธีการในที่สุด คือ ใช้ในการตรวจพิสูจน์คดีอาชญากรรม เพราะ ลายนิ้วมือ DNA มีลักษณะเฉพาะบุคคลได้รับการถ่ายทอดมารจากพ่อแม่เมื่อช่วงละครั้งและเปลี่ยนเปลี่ยนไม่ได้ ทำในลักษณะของการตรวจสอบความแตกต่างของบุคคลได้ และใช้เทคนิค RFLP เพราะใช้เทคนิคนี้ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์โดยเพิ่มปริมาณ DNA ในบริเวณที่แตกต่างกันด้วย PCR แล้วนำ DNA มาตัดด้วยเอนไซม์และนำชิ้นส่วนไปแยกโดยเทคนิค gel electrophoresis จะได้แถบ DNA ที่แตกต่างกัน

ภาพ 23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ B คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก ไม่มีการยกตัวอย่างถึงรายละเอียดของขั้นตอน สิ่งที่นิยมปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมของขั้นตอนนั้นๆ โดยแสดงให้เห็นถึงหลักการสำคัญที่บอกถึงเทคนิควิธีการที่ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ รวมถึงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในการระบุตัวตน

ข้อมูลที่ได้ให้ เป็นหลักฐานในกรณีนี้คือ ข้อความ ;
 1) การประยุกต์ใช้วิธีการทางนิติวิทยาศาสตร์ รูปแบบ DNA ของแต่ละบุคคลได้ เพราะแต่ละบุคคล DNA ที่จะมี
 เมื่อ DNA ไปตรวจสอบจะเกิดแถบ โดย เทคนิค PCR, RFLP
 2) หลักการถ่ายทอดพันธุกรรม กฎเกณฑ์การปฏิบัติของ DNA อยุ่กับ และใช้เพื่อ ดูตัวอย่าง DNA ที่พบในคดีนี้

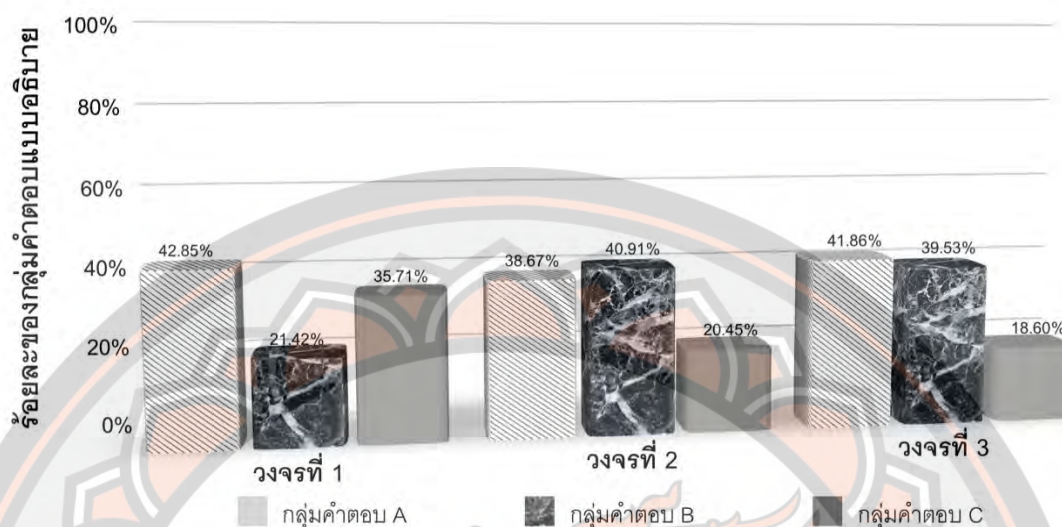
ภาพ 24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ C คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มี โดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนบางคำตอบ และมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก โดยนักเรียนอธิบายข้อกล่าวอ้างที่ใช้ในการระบุตัวตนโดยการแสดงถึงเทคนิควิธีการที่ใช้แต่ยังขาดการเชื่อมโยงในการอธิบายให้ทราบถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในด้านนิติวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ได้ให้ เป็นหลักฐานในกรณีนี้คือ ข้อความ ;
 1) การประยุกต์ใช้วิธีการทางนิติวิทยาศาสตร์ รูปแบบ DNA ของแต่ละบุคคลได้ เพราะแต่ละบุคคล DNA ที่จะมี
 เมื่อ DNA ไปตรวจสอบจะเกิดแถบ โดย เทคนิค PCR, RFLP
 2) หลักการถ่ายทอดพันธุกรรม กฎเกณฑ์การปฏิบัติของ DNA อยุ่กับ และใช้เพื่อ ดูตัวอย่าง DNA ที่พบในคดีนี้

ภาพ 25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบาย
ในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 26 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร

จากภาพ จำนวนร้อยละของคำตอบในกลุ่ม A มีค่าร้อยละสูงที่สุดในวงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 น้อยที่สุดในวงจรที่ 2 กลุ่มคำตอบ B มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 รองลงมา คือ ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 1 และกลุ่มคำตอบ C มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 3

การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) คือ การสร้างการสำรวจตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยอาศัยการพยากรณ์อนาคต เพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และ ขั้นที่ 6 ของการจัดการเรียนรู้ คือ ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง และขั้นเขียนรายงานการโต้แย้ง โดยหลังจากนักเรียนได้จับกลุ่มกับเพื่อนเพื่อร่วมกันวางแผนขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ กำหนดประเด็นการสืบค้น หาข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแล้ว นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน ผู้วิจัยได้จำแนกหมวดหมู่ของคำตอบของนักเรียนในการให้

เหตุผลแบบนิรนัยออกเป็น 3 กลุ่ม โดยอิงจากนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้ กลุ่ม A นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น พร้อมทั้งให้รายละเอียดของวิธีการ สาเหตุ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ กลุ่ม B นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ และกลุ่ม C นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้บางประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาการให้เหตุผลแบบอธิบาย สำหรับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 9 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัยนักเรียนในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้ง 3 วงจร

วงจร ในการจัดการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน รวม	กลุ่มของคำตอบในการให้เหตุผลแบบนิรนัย					
		กลุ่ม A		กลุ่ม B		กลุ่ม C	
		จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม	42	18	42.86	8	19.05	16	38.09
วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม	44	18	40.01	18	40.01	8	18.18
วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	43	18	41.86	17	39.53	8	18.60

จากตาราง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีค่าร้อยละการให้เหตุผลแบบนิรนัยที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่ม C ซึ่งเป็นกลุ่มของคำตอบที่สามารถประเมินข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้บางประการลดลง โดยวงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 38.09 และ วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 18.18 และมีคะแนนร้อยละเพิ่มขึ้นใน วงจรที่ 3 เพียง 0.42 โดยมีคะแนนค่าร้อยละ 18.18 ซึ่งกลุ่มของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบอธิบายในกลุ่ม A และ B ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างหลักฐาน

จากข้อมูลที่มีเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ครบถ้วนทุกประเด็น มีค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร คือ วงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 61.91 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 80.02 และในวงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 81.39 โดยมีรายละเอียดของการให้เหตุผลแบบนิรนัยในแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งหลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลายซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุข้อมูลที่ใช้นับสนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น พร้อมทั้งให้รายละเอียดของวิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงให้เห็นถึงข้อมูลความหมาย และสาเหตุที่วิธีการหรือเทคนิคที่ใช้เป็นคำตอบ ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจำแนกออกเป็นประเด็นอย่างละเอียด

นักเรียนที่เพิ่มสื่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างคือ

1. Mr. โคลน คือ Mr. ธีรวิทย์ ในหมู่ สลักหามาเสนอต้นแบบทุกปี
2. Mr. ธีรวิทย์โปรตีน คือ Mr. ธีรวิทย์โปรตีนในน้ำเลี้ยงสัตว์ที่ตัว Mr. prepro Insulin → proinsulin → insulin
3. Mr. โคลนแบบ Plasmid คือ Mr. นำ Plasmid Bact. (หมายถึง Antibiotic + gene ที่ตัว Mr. ผลิตออกด้วย enz. ตักจำเพาะ (restriction enz.) แล้วเชื่อมด้วย Ligase → recombinant DNA ก่อนนำไปใส่ใน Bact. อีกชนิดหนึ่ง เพื่อเพาะเชื้อ = ปลูก + เน้นจำแนก

ภาพ 27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการจัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้นับสนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงให้เห็นถึงการแสดงข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ทุกประเด็นในแง่ของวิธีการและหลักการในการโคลนนิ่ง โดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย แต่ไม่มีการลงรายละเอียดถึงขั้นตอน

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับขั้นตอนในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ เทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัย พลาสมิดเวกเตอร์ ทำได้ โดย ใช้พลาสมิดที่ใส่เอนไซม์ และเส้นที่ตัดออกจากสิ่งมีชีวิต เดิมนำพลาสมิดไปใส่ในเซลล์ แบคทีเรีย แล้วโคลนใน ภาชนะเลี้ยงเพิ่มจำนวน

ภาพ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุน สมมติฐานหรือคำตอบได้บางประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียน แสดงให้เห็นถึงหลักการและวิธีการในการโคลนนิ่ง แต่ขาดการแสดงถึงข้อมูลที่ใช้ ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในส่วนขอเทคนิค PCR ที่อยู่ในการคาดคะเนคำตอบของนักเรียน

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับงานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ

1. การโคลนนิ่งโดยอาศัย plasmid เวกเตอร์ เริ่มจากการตัด ยีน หรือ DNA นำมาเชื่อมกับ พลาสมิด (พลาสมิด) ได้เป็น recombinant DNA แล้วนำยีนเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียที่มี recombinant DNA แล้วโคลน

ภาพ 29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 1

วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ ได้แย่ง หลังจากที่ได้ผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดง ความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐาน ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน เกี่ยวกับการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม ซึ่งได้รับ คำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุข้อมูลที่ใช้สนับสนุน สมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น พร้อมทั้งให้รายละเอียดของวิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงวิธีการของเทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟเรซิส และ PCR-RFLP โดยมีกล่าวถึงหลักการที่เป็นหลักฐานสนับสนุนให้ข้อกล่าว อ้างทั้ง 2 วิธีการดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ

ข้อมูลที่จะใช้ในการวินิจฉัยกลุ่มอาการคือ

1. กระบวนการ gel electrophoresis เป็นกระบวนการแยก DNA โดยใช้ DNA เคลื่อนที่ผ่านรูกระดาษ (gel) ที่ชุบสารละลายไฟฟ้า โดยเมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ จะแยก DNA ออกจากกัน (band) ทำให้ทราบขนาดของโมเลกุล DNA

2. เทคนิค PCR - RFLP ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยนำปริมาณ DNA เล็กน้อย PCR กับ แล้วนำ DNA มาตัดด้วย restriction enzyme แล้วนำ DNA ไปแยกด้วยเทคนิค gel electrophoresis ปัจจุบัน มักจะนำลำดับ nucleotide โดยใช้เครื่องมือ automated sequencer

ภาพ 30 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงให้เห็นถึงการแสดงหลักการสำคัญที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างในส่วนเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟเรซิส พร้อมทั้งเชื่อมโยงไปยังข้อกล่าวอ้างในส่วนของการศึกษาจีโนมพื้นฐาน แต่ขาดการแสดงถึงรายละเอียด

* เมื่อนำข้อมูลของหลักฐาน : ภาพที่ใช้เทคนิค Automated sequencing (โดยใช้ Gel electrophoresis) เพื่อแยกชิ้นส่วนของชิ้นส่วนของ Electrophoresis ที่ใช้ในการแยก DNA แยกชิ้นที่เหมือนกันใน DNA fingerprint ซึ่งสามารถแยกแยะ DNA ที่แตกต่างกันในตัวอย่าง DNA ได้

ภาพ 31 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้บางประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียน แสดงให้เห็นถึงหลักการหลักในการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟเรซิสในการวิเคราะห์ DNA แต่ยังขาดการให้รายละเอียดว่าถึงการศึกษาจีโนมโดยใช้ Automated sequencing

ส่วนที่ 3 ผลของสิ่งที่ฉันทำไปแล้ว

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ ร่องรอยของ DNA ใช้วิธี Electrophoresis แยกชิ้นส่วน DNA แยกชิ้นส่วนที่มีประจุออกจากกันโดยใช้ไฟฟ้า DNA sequencing ใช้เทคนิค Automated sequencing

นำลำดับ นิวคลีโอไทด์ ที่ทำการวิเคราะห์ ไปสร้างเป็น DNA

ภาพ 32 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 2

วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ คำตอบที่นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุข้อมูลที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น พร้อมทั้งให้รายละเอียดของวิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงหลักฐานว่าเทคนิควิธีการที่เลือกมาใช้ในสถานการณ์ปัญหาล้วนมีความเกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ และกล่าวถึงหลักฐานที่ยืนยันข้อกล่าวอ้างในการระบุตัวตนโดยให้รายละเอียดด้านเนื้อหาของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ส่วนที่ ๑ ผลของสิ่งที่ฉันได้ลงมือทำ

• จากขั้นตอนของงาน : การประกอบชิ้นในใจทอ DNA เวกเตอร์บิวต์ ซึ่งฉันได้ลงมือลงส่วงาน ๑ คน มาตรวจสายลายพิมพ์ DNA แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ DNA ของพ่อฉันแล้วพบว่า บุคคลที่ ๑ และ ๒ สอดคล้องกัน โดยทั้งสองลายพิมพ์ DNA สามารถทำได้ โดยเทคนิค PCR และ PCR-RFLP เพื่อหาแถบ DNA

เนื่องจากขนาดของ DNA ของลูกต้องได้มาจาก DNA ของพ่อและแม่อย่างละ ๑ สายลายพิมพ์ DNA ของลูกนำไปเปรียบเทียบกับลายพิมพ์ของพ่อและแม่ที่ ๑ และ ๒ คนทำให้พบว่า บุคคลที่ ๑ และ ๒ สอดคล้องกัน DNA ซึ่งมีความตรงกันมากที่สุด

ภาพ 33 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนแสดงให้เห็นถึงการแสดงหลักฐานของหลักการและวิธีวิธีการที่ต้องการใช้ในการระบุตัวตนและเทคนิคการในการสร้าง DNA fingerprint ซึ่งสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ครบ

ส่วนที่ 3 ผลของสิ่งที่ฉันได้ลงมือทำไปแล้ว

ข้อมูลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ ไข่ paternity test ในกรณีการสอบสวนคดี DNA ซึ่งสามารถ
ของลูกจะตรงกับของพ่อและแม่ทุกประการ และการใช้เทคโนโลยีขั้นต้นนิติวิทยาศาสตร์ โดย PCR และ RFLP ได้เป็นผล
DNA เรียกว่า DNA fingerprint ซึ่งจะทำการแยกแยะคนออกจากกันได้

ภาพ 34 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 3

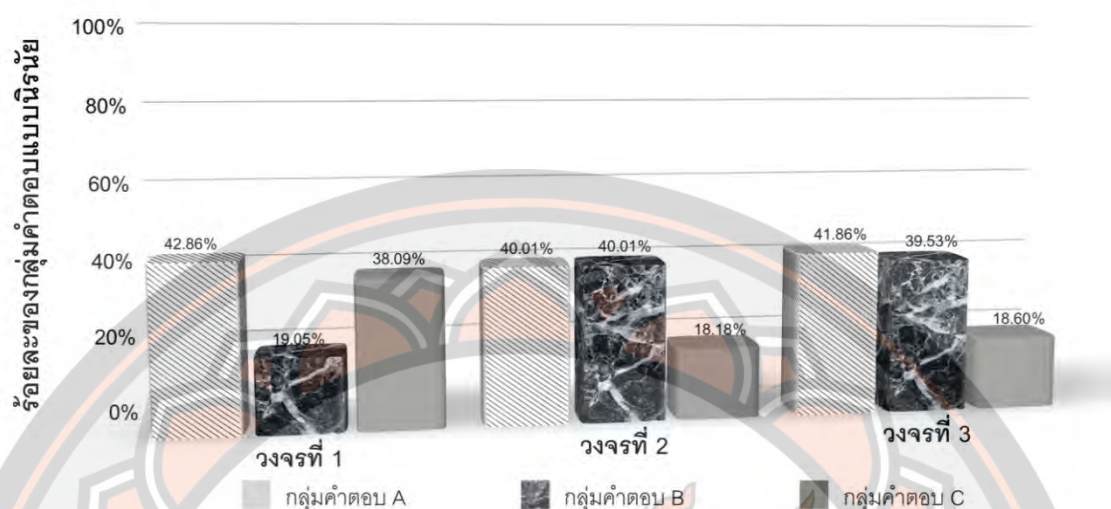
กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุน
สมมติฐานหรือคำตอบได้บางประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ
โดยนักเรียน แสดงให้เห็นถึงหลักการหลักในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากการให้เทคนิค
ทางพันธุศาสตร์ เพื่อให้ในการระบุตัวตน แต่ขาดหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในการระบุว่าคุณ
ที่ 1 และ 3 เป็นพ่อแม่ของเด็ก

ส่วนที่ 3 ผลของสิ่งที่ฉันได้ลงมือทำไปแล้ว

การให้เหตุผลหลักฐาน : ใช้ในกระบวนการนิติวิทยาศาสตร์ และ สายพิมพ์ DNA มีลักษณะเฉพาะบุคคล
สำหรับการถ่ายทอดจากพ่อและแม่อย่าง ละครึ่ง และเปลี่ยนแปลไม่ได้ ที่ให้มาบอกความแตกต่างของบุคคลได้
และใช้เทคนิค RFLP เพื่อยืนยันการสอบสวนจากตัวอย่างเลือดในคดีอาชญากรรม โดยพิมพ์บริเวณ DNA
ในบริเวณที่แตกต่างกันเช่น PCR แล้วนำ DNA ตัดจำเพาะ และให้ชิ้นส่วนไปแยกโดยใช้เทคนิค gel electrophoresis.
จึงสรุปแบบแถบ DNA ที่ต่างกัน.

ภาพ 35 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย
ในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์แบบอธิบาย ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 36 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐานในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร

จากภาพ จำนวนร้อยละของคำตอบในกลุ่ม A มีค่าร้อยละสูงที่สุดในวงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 น้อยที่สุดในวงจรที่ 2 กลุ่มคำตอบ B มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 รองลงมา คือ ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 1 และกลุ่มคำตอบ C มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 รองลงมาในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 3

การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) คือ เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และ ขั้นที่ 6 ของการจัดการเรียนรู้ คือ ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง และขั้นเขียนรายงานการโต้แย้ง โดยหลังจากนักเรียนได้จับกลุ่มกับเพื่อนเพื่อร่วมกันวางแผนขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ กำหนดประเด็นการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายและสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแล้ว นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยใช้ข้อสรุปในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างของตน ผู้วิจัยได้จำแนกหมวดหมู่ของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบนิรนัยออกเป็น 3 กลุ่ม โดยอิงจากนิยามศัพท์เฉพาะ กลุ่ม A คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ได้ครบถ้วนทุกประเด็น และแสดงถึงรายละเอียดที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง กลุ่ม B คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ขาดรายละเอียดในการแสดงการเชื่อมโยงของข้อสรุป และกลุ่ม C คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้บางประเด็น ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาการให้เหตุผลแบบอธิบาย สำหรับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 10 รายละเอียดของร้อยละของคำตอบในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัยนักเรียนในแต่ละกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ทั้ง 3 วงจร

วงจร ในการจัดการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน รวม	กลุ่มของคำตอบในการให้เหตุผลแบบอุปนัย					
		กลุ่ม A		กลุ่ม B		กลุ่ม C	
		จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม	42	17	40.48	8	19.04	17	40.47
วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม	44	18	40.91	17	38.64	9	20.45
วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	43	26	60.47	9	20.93	8	18.60

จากตาราง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีค่าร้อยละการให้เหตุผลแบบอุปนัยที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่ม C ซึ่งเป็นกลุ่มของคำตอบที่สามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็นลดลง โดยวงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 40.47 และ วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 20.45 และ วงจรที่ 3 มีคะแนนค่าร้อยละ 18.60 ซึ่งกลุ่มของคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลแบบอธิบายในกลุ่ม A และ B ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ครบถ้วนทุกประเด็น มีค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร คือ วงจรที่ 1 มีค่าร้อยละ 59.52 วงจรที่ 2 มีค่าร้อยละ 79.55 และในวงจรที่ 3 มีค่าร้อยละ 81.40 โดยมีรายละเอียดของการให้เหตุผลแบบนิรนัยในแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยสร้างข้อสรุปของตนเองเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น และแสดงถึงรายละเอียดที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยแสดงให้เห็นถึงหลักฐานจากวิธีการทางพันธุวิศวกรรมในการโคลนนิ่ง มาสนับสนุนข้ออ้างของการใช้เทคนิคการโคลนนิ่ง โดยอาศัยพลาสมิทของแบคทีเรียอย่างเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้สามารถผลิตอินซูลินได้จำนวนมากพอต่อผู้ป่วยด้วย

ข้อสรุปของฉัน คือ การโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย ยีนหรือ DNA จะเพิ่มจำนวนใน host cell ทำให้ได้ยีนหรือ DNA เช่นจำนวนมาก จึงสามารถนำไปสร้างอินซูลินได้ ในจำนวนที่มากพอต่อผู้ป่วยเบาหวานได้

ภาพ 37 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ขาดรายละเอียดในการแสดงการเชื่อมโยงของข้อสรุป โดยแสดงให้เห็นเพียงว่าเทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย สามารถเพิ่มอินซูลินได้จำนวนมากในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตน

ข้อสรุปของฉันคือ
การใช้เทคนิคการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียทำให้จำนวนอินซูลินเพิ่มมากขึ้น
ถึงพหุคูณได้ คือ อินซูลิน Iron 10000 *

ภาพ 38 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 1

กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็น โดยแสดงให้เห็นทราบถึงหลักฐานที่ยืนยันข้อกล่าวอ้างที่เลือกเทคนิคการโคลนนิ่ง โดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียในการสร้างอินซูลิน แต่ขาดการกล่าวถึงเทคนิค PCR ในข้อกล่าวอ้างของตน

ข้อสรุปของฉัน คือ เทคนิคที่สามารถสร้างอินซูลินได้ในจำนวนมากคือ การใช้โคลนนิ่งโดยพลาสมิดของแบคทีเรีย เพราะเทคนิคนี้เป็นการคัดลอก DNA มาต่อกับพลาสมิดแบคทีเรีย แล้วเลี้ยงเชื้อในโคจิ้งนมหมัก ทำให้สามารถสกัดอินซูลินได้จำนวนมาก

ภาพ 39 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 1

วงจรที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งหลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยสร้างข้อสรุปของตนเองเกี่ยวกับการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น และแสดงถึงรายละเอียดที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยแสดงหลักฐานในด้านของวิธีการในการเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ DNA และมีการเชื่อมโยงถึงเทคนิคการหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยใช้เครื่อง automated sequencer ในการศึกษาจีโนมอีกด้วย

ข้อสรุปของฉัน คือ สามารถแยกขนาดของโมเลกุลของ DNA ได้โดยวิธี gel electrophoresis โดยสังเกตการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากกรณีศึกษา เมื่อทราบขนาดสามารถนำโมเลกุล DNA ที่ได้ไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้ โดยเครื่อง automated sequencer ซึ่งระบุว่า จีโนมของสัตว์มีชีวิตเดียวกันมีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนกัน โดยสามารถตรวจสอบความแตกต่างของ DNA ของจีโนมนั้นๆ ได้ โดย เครื่องหมายพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของรูปแบบของแถบ DNA ซึ่งเรียกว่า PCR-RFLP ซึ่ง 3 ขั้นตอนนี้ ใช้ในการศึกษาจีโนมของข้าว ได้

ภาพ 40 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ขาดรายละเอียดในการแสดงการเชื่อมโยงของข้อสรุป โดยมีการแสดงให้เห็นถึงหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวในการเลือกใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ DNA ในหลักการที่สำคัญเท่านั้น ไม่มีการแสดงถึงรายละเอียดของหลักฐานที่เลือกไว้

๐ ข้อสรุปของ รัน ดือ

การใช้เทคนิค DNA analysis -> gel electrophoresis จะทำให้ทราบถึงลำดับเบสของ DNA ได้ โดยใช้ RFLP วิเคราะห์ DNA เมื่อตัดกับเอนไซม์

ภาพ 41 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 2

กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็น โดยแสดงให้เห็นเพียงการเชื่อมโยงหลักฐาน และข้อกล่าวอ้างในส่วนของการเลือกใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสเท่านั้น แต่ยังขาดการกล่าวถึงการใช้เครื่อง automated sequencer ในข้อกล่าวอ้างของตน

๐ ข้อสรุปของ รัน ดือ

การใช้เทคนิค gel electrophoresis จะเห็นแถบ เป็นสีๆ ที่ตรงกลาง เมื่อนำสารของ แต่ละคน ไปหาเทียบกับ DNA ที่ขอยกยมาอยู่แล้ว (DNA marker) จะพบว่า DNA มีขนาดเท่ากัน และ เมื่อตัด DNA ที่เตรียมแล้ว gel electrophoresis จะได้แถบ DNA ต่างๆกัน ที่เรียกว่า RFLP นำไปศึกษา วิเคราะห์

ภาพ 42 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 2

วงจรที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ในขั้นต้นของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังจากที่มีผู้วิจัยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์กับสมาชิกในกลุ่ม และสมาชิกภายในห้อง ถึงการให้เหตุผลโดยสร้างข้อสรุปของตนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งได้รับคำตอบที่มีความหลากหลาย ซึ่งแบ่งตามหมวดหมู่ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนี้

กลุ่มคำตอบ A คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น และแสดงถึงรายละเอียดที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างเทคนิควิธีการทางพันธุศาสตร์ที่ใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในส่วนของการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีการเชื่อมโยงถึงสาเหตุในการระบุบุคคลในข้อกล่าวอ้างด้วย

ข้อสรุป : จากการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางดีเอ็นเอ สามารถบอกถึงประวัติของบุคคลได้ ซึ่งเมื่อใช้ DNA ในกรณีนี้พบว่าบุคคล กวสสวดีมี DNA ที่คล้ายคลึงกับ DNA fingerprint ที่ตรวจพบในที่เกิดเหตุและ DNA ของผู้ต้องหา DNA fingerprint ของคนที่ 1 9 4 มี DNA fingerprint ที่ตรงกับ DNA fingerprint ของผู้ต้องหา

ภาพ 43 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม A ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ B คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ขาดรายละเอียดในการแสดงการเชื่อมโยงของข้อสรุป โดยแสดงให้เห็นถึงหลักการหลักๆ จากหลักฐานว่า เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ สนับสนุนข้อกล่าวอ้างทั้งในส่วนของการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์และการระบุตัวตนของพ่อแม่

ข้อสรุปของนักเรียน คือ
จากการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางดีเอ็นเอ สามารถบอกถึงประวัติของบุคคลได้ ซึ่งเมื่อใช้ DNA ในกรณีนี้พบว่าบุคคล กวสสวดีมี DNA ที่คล้ายคลึงกับ DNA ของผู้ต้องหา DNA fingerprint ของคนที่ 1 9 4 มี DNA fingerprint ที่ตรงกับ DNA fingerprint ของผู้ต้องหา

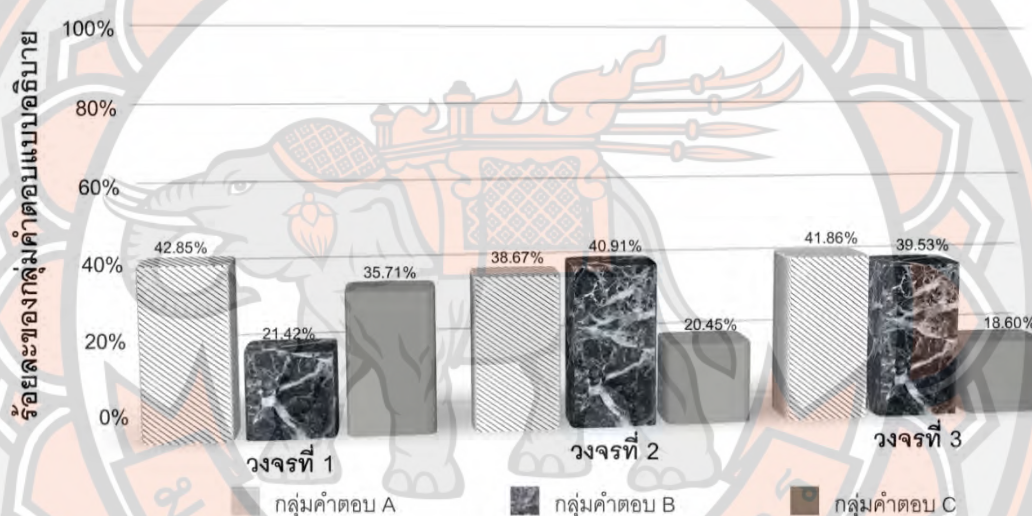
ภาพ 44 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม B ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 3

กลุ่มคำตอบ C คือ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้บางประเด็น โดยมีเพียงการสนับสนุนให้เห็นถึงหลักฐานว่า วิธีการสร้าง RFLP เป็นการประยุกต์ใช้ในด้านนิติวิทยาศาสตร์แต่ยังขาดการสรุปในส่วนของการระบุตัวตนของพ่อแม่

ข้อสรุปของงาน คือ 9/9 น. กรมฯ กรมฯ นวัตกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี PFLP 7 การตรวจสอบ

ภาพ 45 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่ม C ในการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย
ในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 46 จำนวนกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน
ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร

จากภาพ จำนวนร้อยละของคำตอบในกลุ่ม A มีค่าร้อยละสูงที่สุดในวงที่ 1 รองลงมา ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 น้อยที่สุดในวงที่ 2 กลุ่มคำตอบ B มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 รองลงมา คือ ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 และน้อยที่สุดในวงจรที่ 1 และกลุ่มคำตอบ C มีค่าร้อยละสูงที่สุดในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1 รองลงมา ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2 และน้อยที่สุด ในวงจรที่ 3

2. การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจาก จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ครบทั้ง 3 แผนแล้ว ซึ่งคะแนนนี้ได้จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

8 ข้อ ที่ครอบคลุมการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท ที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (ข้อ 1 และ 8) การให้เหตุผลแบบอธิบาย (ข้อ 2 และ 5) การให้เหตุผลนिरัน (ข้อ 4 และ 7) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (ข้อ 3 และ 6) ซึ่งลักษณะของข้อสอบนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ และ แบบเขียนบรรยาย ซึ่งแต่ละข้อจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนบรรยาย โดยผู้วิจัยได้ตรวจข้อสอบและวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งอ้างอิง ตามนิยามศัพท์เฉพาะของการให้เหตุผลแต่ละประเภทในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแต่ละข้อจะแบ่ง คะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง คำตอบผิด 0.5 หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยัง ไม่ครบถ้วน และ 1 หมายถึง คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งจะมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 8 คะแนน ดังตาราง

ตาราง 11 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 44 คน โดยแยกตามการให้เหตุผล 4 ประเภท ที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลของเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน แบบอธิบาย แบบนिरัน และแบบอุปนัย

กลุ่มเป้าหมาย	คะแนนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท				รวมคะแนน (8)
	การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	การให้เหตุผลแบบนिरัน	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	
	(2)	(2)	(2)	(2)	
S01	2	1.5	1	2	6.5
S02	2	2	2	1	7
S03	2	1.5	1	1	5.5
S04	2	1.5	1.5	2	7
S05	0	1.5	0.5	0	2
S06	1	2	1	0	4
S07	1.5	2	2	2	7.5
S08	2	1.5	1	2	6.5
S09	2	2	0	1.5	5.5
S10	1	1	1	2	5
S11	1	2	1	2	6
S12	1	1	2	0.5	4.5

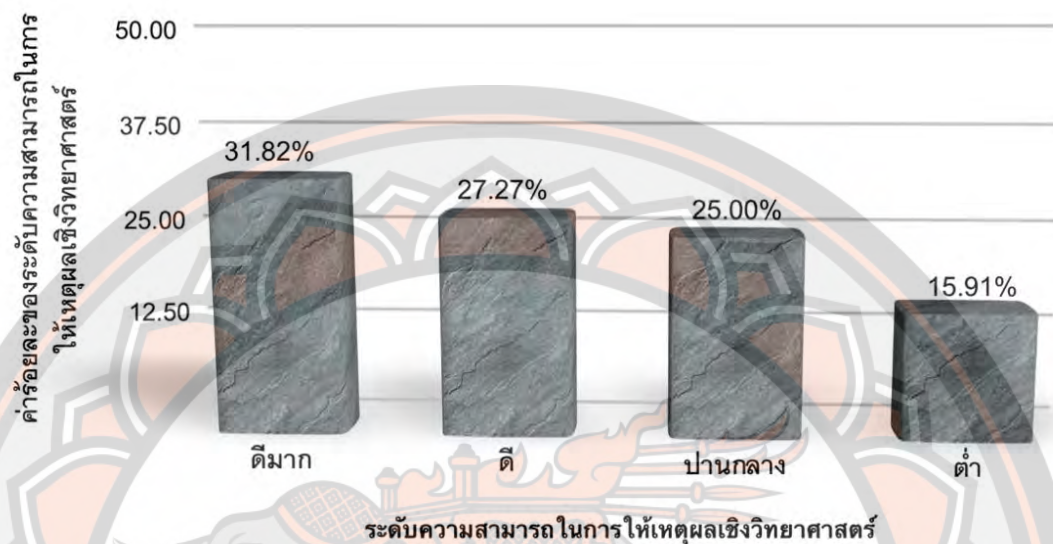
ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่ม เป้าหมาย	คะแนนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท				รวม คะแนน (8)
	การให้เหตุผล แบบสมมติฐาน	การให้เหตุผล แบบอธิบาย	การให้เหตุผล แบบนิรนัย	การให้เหตุผล แบบอุปนัย	
	(2)	(2)	(2)	(2)	
S13	2	2	1	2	7
S14	1	2	1	0.5	4.5
S15	2	2	1	1	6
S16	2	2	1	0	5
S17	2	2	1	1	6
S18	1	0.5	1	2	4.5
S19	2	1.5	2	2	7.5
S20	2	1	1	1	5
S21	2	1	2	1	6
S22	2	2	1	1	6
S23	2	2	1	2	7
S24	2	1	2	2	7
S25	1	2	1	2	6
S26	2	2	1	1	6
S27	1.5	2	1	1	5.5
S28	2	2	1	1	6
S29	2	2	1	1	6
S30	2	2	2	2	8
S31	2	2	1	2	7
S32	2	1.5	2	1	6.5
S33	2	2	1	2	7
S34	2	2	1	2	7
S35	1.5	1	2	1	5.5
S36	2	2	1	2	7
S37	2	2	1	1	6

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่ม เป้าหมาย	คะแนนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละประเภท				รวม คะแนน (8)
	การให้เหตุผล แบบสมมติฐาน	การให้เหตุผล แบบอธิบาย	การให้เหตุผล แบบนิรนัย	การให้เหตุผล แบบอุปนัย	
	(2)	(2)	(2)	(2)	
S38	1	1	1	0	3
S39	2	2	1	2	7
S40	1	2	2	1	6
S41	2	2	1	0	5
S42	2	2	1	1	6
S43	2	2	1	2	7
S44	1.5	0	1	0.5	2.5
รวม	75	74	53	57	258
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	1.70	1.68	1.20	1.30	5.88
S.D.	0.49	0.50	0.47	0.70	1.30
ร้อยละ (%)	85.23	84.09	60.23	64.77	73.44

จากตาราง พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ย 5.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.44 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี ส่วนลำดับคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกออกเป็นประเภทเรียงตามลำดับจากสูงที่สุดไปน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ย 1.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.23 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายมีคะแนนเฉลี่ย 1.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนเฉลี่ย 1.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ย 1.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60.23 ซึ่งแสดงระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ภาพ 47 ค่าร้อยละของระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพ สามารถจัดลำดับระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยระดับดีมาก มีค่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงที่สุดร้อยละ 31.82 รองลงมา คือ ระดับดี มีค่าของระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 27.27 รองลงมา คือ ระดับปานกลาง มีค่าของระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 25.00 และลำดับสุดท้าย คือ ระดับต่ำ มีค่าของระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 15.91 โดยค่าสถิติของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละรูปแบบ มีรายละเอียด ดังนี้

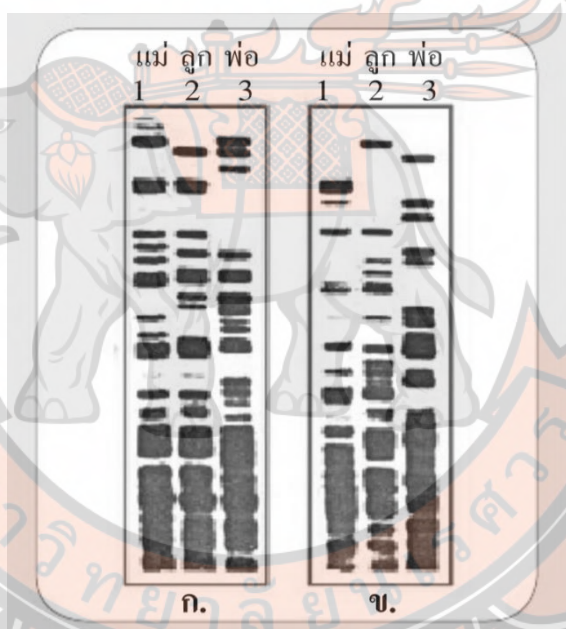
การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือ คาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้าง เมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอได้

ตาราง 12 ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน

ประเภทของการให้เหตุผล	ค่าสถิติ			
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	2	1.70	0.49	85.23

ข้อสอบที่ใช้ทดสอบการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน จะมีทั้งหมด 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 และ 8 ซึ่งเป็นเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอตามลำดับ โดยข้อสอบทั้ง 2 ข้อแบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนบรรยาย เพื่อให้นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยความรู้ที่มีในเรื่องเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

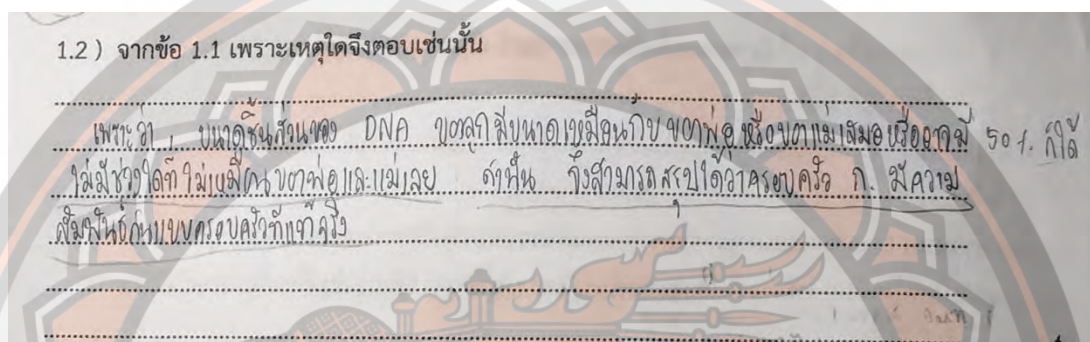
ข้อ 1 จากลายพิมพ์ DNA นักเรียนคิดว่าการคาดคะเนคำตอบของข้อใดจะน่าจะเหมาะสมที่สุด ที่จะบอกได้ว่าภาพจากคนในครอบครัว ก หรือ ข ที่มีความสัมพันธ์กันแบบครอบครัวที่แท้จริง ถึงแม้จะยังไม่ได้รับการยืนยันจากแพทย์



ภาพ 48 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อ 1

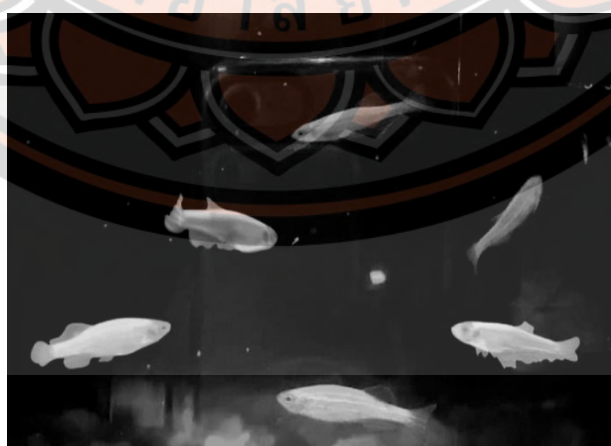
ซึ่งจะมีตัวเลือก 4 ข้อในตอนที่ 1 ได้แก่ ก. ครอบครัว ก เพราะถ้าลูกได้รับสารพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ชิ้นส่วนของขนาดของ DNA ลูกจะต้องเหมือนกับพ่อหรือแม่เสมอ ข. ครอบครัว ก เพราะถ้าลูกมี DNA เหมือนพ่อหรือแม่เกิน 50% ถือว่าเป็นลูกแท้ๆ เสมอ ค. ครอบครัว ข เพราะถ้าลูกได้รับสารพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ชิ้นส่วนของขนาดของ DNA ลูกจะต้องเหมือนกับพ่อหรือแม่เสมอ และ ง. ครอบครัว ข ถ้าลูกมี DNA เหมือนพ่อหรือแม่เกิน 50% ถือว่าเป็นลูกแท้ๆ เสมอ และหลังจากเลือกตอบในตอนที่ 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนที่ 2 ด้วย

โดยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคาดคะเนคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ได้ว่า ถ้าลูกได้รับสารพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ขึ้นส่วนขนาดของ DNA ลูกจะต้องเหมือนกับพ่อหรือแม่เสมอ และสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบที่ตนเลือกได้โดยกล่าวถึง การได้รับสารพันธุกรรมของมนุษย์ที่ได้มาจากการผสมพันธุ์ของพ่อและแม่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพ 49 ตัวอย่างคำตอบข้อที่ 1 ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

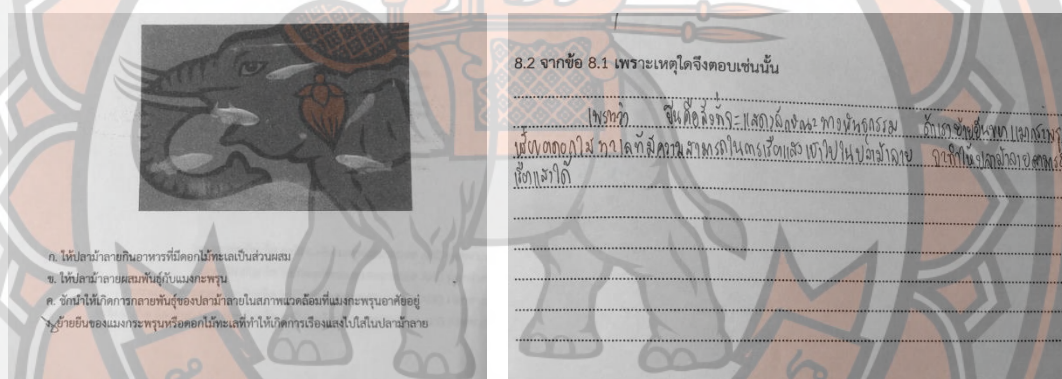
และในข้อ 8 ปลาหมาลายเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวใส ด้านข้างลำตัวมีลายเป็นแถบ ซึ่งนิยมใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับพันธุกรรมและการพัฒนาของตัวอ่อน ซึ่งจากข่าวที่ว่าบริษัทเอกชนสามารถทำให้ปลาหมาลายสามารถเรืองแสงสีเขียวได้เหมือนแมงกระพรุน หรือสีแดงได้เหมือนดอกไม้ทะเล แต่ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลของวิธีการได้ นักเรียนคิดว่า นักวิจัยของบริษัทเอกชนแห่งนี้ น่าจะมีวิธีการอย่างไรในการทำให้ปลาหมาลายเรืองแสง



ภาพ 50 ภาพปลาหมาลายในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อ 8

ซึ่งจะมีตัวเลือก 4 ข้อในตอนที่ 1 ได้แก่ ก. ให้ปลาม้าลายกินอาหารที่มีดอกไม้ทะเลเป็นส่วนผสม ข. ให้ปลาม้าลายผสมพันธุ์กับแมงกะพรุน ค. ชักน้ำให้เกิดการกลายพันธุ์ของปลาม้าลายในสภาพแวดล้อมที่แมงกะพรุนอาศัยอยู่ ง. ย้ายถิ่นของแมงกะพรุนหรือดอกไม้ทะเลที่ทำให้เกิดการเรืองแสงไปใส่ในปลาม้าลาย และหลังจากเลือกตอบในตอนที่ 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนที่ 2 ด้วย

ซึ่งก็พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคาดคะเนคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่าการย้ายถิ่นของแมงกะพรุนหรือดอกไม้ทะเลทำให้เกิดการเรืองแสงไปใส่ในปลาม้าลาย ในตอนที่ 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอนที่ 2 โดย พูดถึงการแสดงออกของยีนที่ถูกตัดต่อจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสู่อีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง



ภาพ 51 ตัวอย่างคำตอบข้อที่ 8 ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลแบบอธิบาย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้ และผลสรุปของคะแนนในการวัดการให้เหตุผลแบบอธิบายเป็นดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 13 ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบอธิบาย

ประเภทของการให้เหตุผล	ค่าสถิติ			
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
การให้เหตุผลแบบอธิบาย	2	1.68	0.50	84.09

ข้อสอบที่ใช้ทดสอบการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน จะมีทั้งหมด 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2 และ 5 ซึ่งเป็นเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอตามลำดับ โดยข้อสอบทั้ง 2 ข้อแบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วยตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนบรรยาย เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าทางเลือกหรือวิธีการใดบ้างที่ทำให้เกิดข้อสรุปหรือคำตอบในเรื่องเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

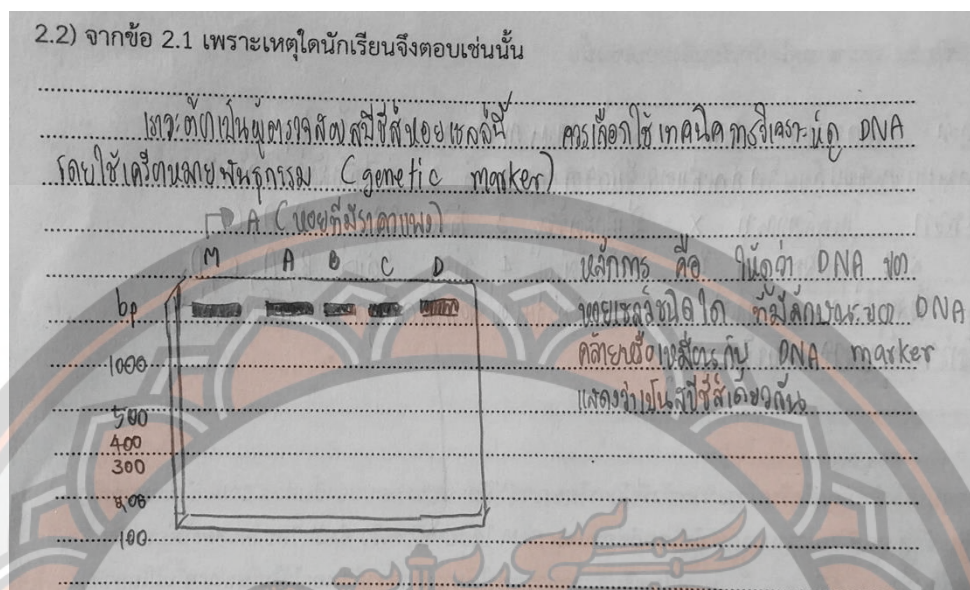
ข้อที่ 2 หอยเชลล์แช่แข็งส่วนมากที่วางขายตัดมาเฉพาะส่วนกล้ามเนื้อยึดปลีก หอยเชลล์สปีชีส์ A B C และ D มีกล้ามเนื้อยึดปีกที่คล้ายกันมากจนไม่สามารถแยกได้โดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ทำให้บางครั้งมีการนำสปีชีส์ B C และ D ซึ่งราคาถูกกว่ามาขายปนกับสปีชีส์ A ที่มีราคาแพง บริษัทที่ทำธุรกิจนำเข้าและส่งออกอาหารทะเลจึงมีการสุ่มตรวจหอยเชลล์แช่แข็งที่วางขายและติดป้ายบอกว่าเป็นสปีชีส์ A ซึ่งผลิตจาก 3 โรงงาน คือ X Y และ Z จากร้านค้าต่างๆ แล้วนำไปวิเคราะห์ DNA หากนักเรียนต้องเป็นผู้ตรวจสอบสปีชีส์ของหอยเชลล์นี้ นักเรียนจะเลือกใช้เทคนิค กระบวนการใดบ้าง



ภาพ 52 ภาพหอยกล้ามเนื้อยึดเปลือกในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

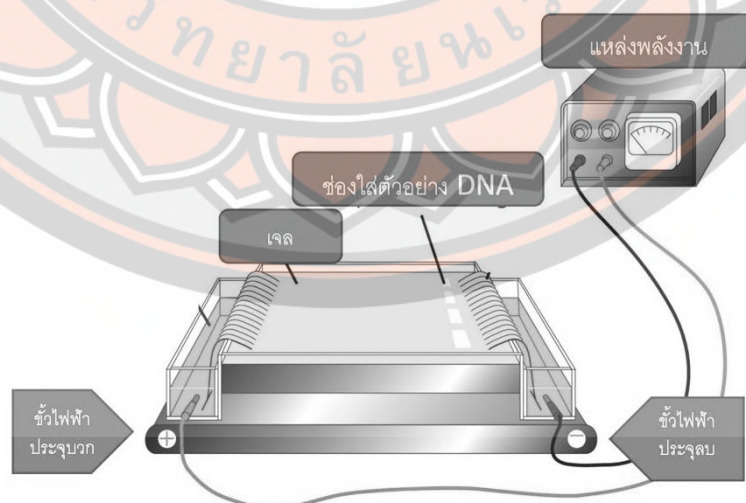
มีตัวเลือก 4 ข้อในตอนแรก 1 ได้แก่ ก. การใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะเพื่อตัดชิ้นส่วนของยีนที่ต้องการศึกษา ข. การโคลนยีนเพื่อให้ได้ยีนที่ต้องการในจำนวนมาก ค. การวิเคราะห์ DNA โดยใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม ง. การศึกษาหน้าที่ของยีนโดยการชักนำให้เกิดการกลาย และหลังจากเลือกตอบในตอนแรก 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอน 2 ด้วย

นักเรียนส่วนใหญ่เลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่า การวิเคราะห์ DNA โดยใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม ในตอนที่ 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอน 2 โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงคำอธิบายของเทคนิควิธีการที่ช่วยสนับสนุนคำตอบที่เลือกได้ โดยนักเรียนบางคนสามารถแสดงให้เห็นถึงหลักการและแสดงภาพประกอบได้ดังตัวอย่างในภาพต่อไปนี้



ภาพ 53 ตัวอย่างคำตอบของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2

ในข้อที่ 5 การที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเทคนิคเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส คือ กระบวนการแยกขนาดของชิ้นส่วน DNA บนสนามไฟฟ้าที่มีขั้วลบและขั้วบวกอยู่คนละฝั่งของกระบะ ใส่เจลที่เป็นตัวกลาง ซึ่งชิ้นส่วนของ DNA จะเคลื่อนที่ไปบนเจลได้ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดค้น ซึ่งวิธีการนี้นักเรียนคิดว่าได้มาจากความรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์ในเรื่องใดมากที่สุด



ภาพ 54 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเจลอิเล็กโตรโฟรีซิสในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 5

ข้อสอบที่ใช้ทดสอบการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน จะมีทั้งหมด 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4 และ 7 ซึ่งเป็นเรื่องพันธุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ตามลำดับ โดยข้อสอบทั้ง 2 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนบรรยาย เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าข้อมูลใดบ้างที่จะใช้เป็นหลักฐานที่ทำให้เกิดข้อสรุปหรือคำตอบในเรื่องเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ 4 ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวหน้าที่มีการโฆษณาว่า มีส่วนประกอบของชิ้นส่วน DNA ซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถซึมเข้าสู่เซลล์ และสามารถทำให้เซลล์ซ่อมแซม DNA ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ออกมาชี้แจงว่า ความเป็นไปได้ที่ DNA ที่ผสมอยู่ในครีมจะสามารถทำได้ตามที่กล่าวอ้างเอาไว้ในโฆษณานั้นมีโอกาสต่ำมาก นักเรียนคิดว่า เหตุผลในข้อใดเป็นเหตุผลที่ถูกต้องและสามารถใช้เป็นหลักฐานในการชี้แจงของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด



ภาพ 56 ภาพครีมบำรุงผิวหน้าในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4

ตัวเลือก 4 ข้อในตอนที่ 1 ได้แก่ ก. DNA เป็นสารโมเลกุลใหญ่ และมีสมบัติเป็นสารไม่มีขั้ว ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อเข้าสู่นิวเคลียสและไปยังโครโมโซมได้ ข. ถึงแม้ DNA ที่ถูกใส่เข้าไปอาจจะผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ แต่เซลล์มีกลไกในการทำลาย DNA แปลกปลอมและจะทำลาย DNA เดิมด้วย ค. DNA ที่ถูกใส่เข้าไปจะไม่ถูกทำลายโดยกลไกภายในเซลล์ แต่เฉพาะ DNA ไม่สามารถที่จะซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ทุกจุด ง. ถึงแม้ DNA ที่ถูกใส่เข้าไปจะสามารถซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ แต่ก็ไม่สามารถกำหนดจุดหรือบริเวณจำเพาะในการซ่อมแซมได้ เพราะไม่ได้ใส่เอนไซม์ที่ช่วยสร้างดีเอ็นเอสายผสมไปด้วย และหลังจากเลือกตอบในตอนที่ 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนที่ 2 ด้วย

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่า ถึงแม้ DNA ที่ถูกใส่เข้าไปจะสามารถซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ แต่ก็ไม่สามารถกำหนดจุดหรือบริเวณจำเพาะในการซ่อมแซมได้ เพราะไม่ได้ใส่เอนไซม์ที่ช่วยสร้างดีเอ็นเอสายผสมไปด้วย ในตอนที่ 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอนที่ 2 โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงคำอธิบายของเนื้อหาความรู้เรื่องพันธุวิศวกรรมที่จะทำให้เกิด DNA สายผสม รวมทั้งองค์ประกอบและหลักการที่จำเป็นต่อการเกิด DNA สายผสม เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการยืนยันคำตอบที่เลือกไว้

4.2 จากข้อ 4.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

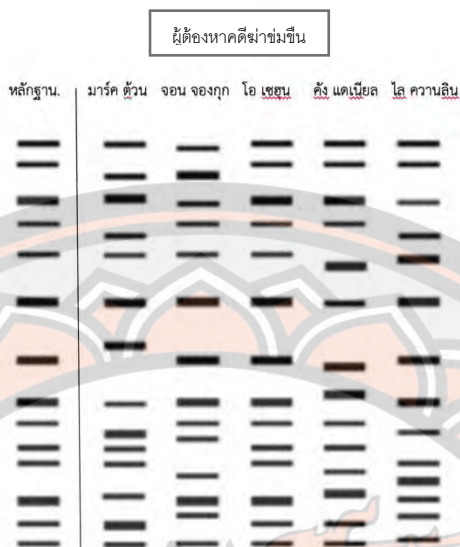
เพราะ DNA ที่ใส่เข้าไปไม่สามารถกำหนดจุดได้ เพราะว่า Restriction enzyme ไม่สามารถกำหนดจุดได้ จึงทำให้ไม่สามารถกำหนดจุดได้ เพราะว่าไม่มี restriction site

4.2 จากข้อ 4.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

เพราะว่า ถ้าใส่ DNA จะซ่อมแซมได้ และสามารถเข้าไปซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ เพราะว่าใส่เอนไซม์ที่ช่วยสร้างดีเอ็นเอสายผสมได้ เพราะว่า ใส่เอนไซม์ที่ช่วยสร้างดีเอ็นเอสายผสมได้

ภาพ 57 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 4

ข้อ 7 ลายพิมพ์ DNA ของผู้ต้องสงสัยจากหลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุในคดีฆ่าข่มขืนเป็นดังภาพ ดำรวจได้ชี้แจงว่า จากผลตรวจลายพิมพ์ DNA นี้ ทางตำรวจทราบแล้วว่าคนร้ายคือใคร แต่ยังไม่สามารถหาตัวเจอ แต่ตำรวจจะทำการหาตัวผู้ต้องสงสัยชื่อ จอนจองกุก และคังแดเนียล ด้วยเนื่องจากมีความเป็นไปได้สูงที่ทั้งสองคนนี้จะมีความเกี่ยวข้องกับสายเลือดกับฆาตรกร เพื่อค้นหาเบาะแสต่อไป จากการแถลงการณ์ของตำรวจนักเรียนคิดว่าอะไรคือเหตุสำคัญที่ทำให้ตำรวจคิดเช่นนั้น



ภาพ 58 ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยและหลักฐานที่ใช้ประกอบแบบวัด
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 7

ตัวเลือก 4 ข้อในตอนก. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจอห์นและคังแดเนียล คล้ายกับของทุกคน ข. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจอห์นและคังแดเนียล คล้ายกับหลักฐาน ค. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจอห์นและคังแดเนียล คล้ายกับของไอเชฮุนซึ่งเป็นฆาตกร ง. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจอห์นและคังแดเนียล คล้ายกับหลักฐานและยังคล้ายกันเองด้วย และหลังจากเลือกตอบในตอนก. 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนก. 2 ด้วย

ซึ่งก็พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่า เพราะขนาดของ DNA ของจอนจอห์นและคังแดเนียล คล้ายกับของไอเชฮุนซึ่งเป็นฆาตกร ในตอนที่ 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอนก. 2 โดยสามารถแสดงให้เห็นว่าจากหลักฐานที่ปรากฏสามารถวิเคราะห์ DNA ที่มีขนาดตรงกัน เปรียบเทียบระหว่างหลักฐานและผู้ต้องหา พร้อมทั้งยังอธิบายได้ว่าผู้ที่มีขนาดของ DNA ที่ใกล้เคียงกันมากอาจมีความเกี่ยวข้องกันทางสายเลือด เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนการตัดสินใจของตำรวจในสถานการณ์ปัญหา

7.2 จากข้อ 7.1 เพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น

ขนาดของ DNA ของจิ้งจอกแดง และ ค้างคาวน้อยคล้ายกันเพราะทั้งคู่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม DNA ของทั้งคู่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้ทั้งคู่มีขนาดใกล้เคียงกัน และลายพิมพ์ DNA ของทั้งคู่ก็คล้ายกันด้วย เพราะทั้งคู่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้ทั้งคู่มีขนาดใกล้เคียงกัน

ภาพ 59 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 7

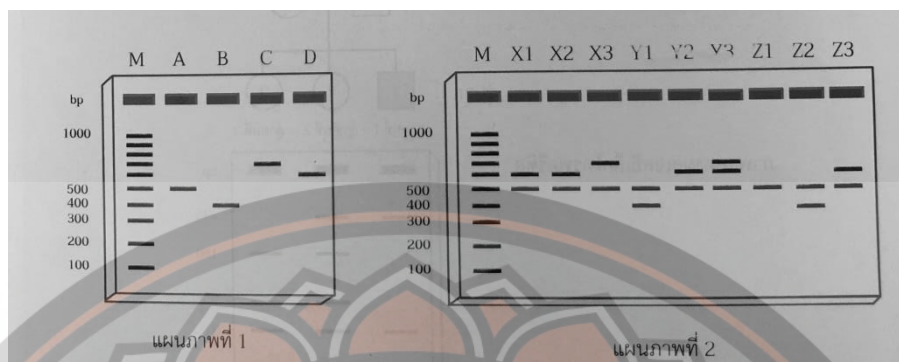
การให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ ซึ่งแสดงค่าสถิติของคะแนนดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 15 ค่าสถิติของการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ประเภทของการให้เหตุผล	ค่าสถิติ			
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
การให้เหตุผลแบบอธิบาย	2	1.3	0.70	64.77

ข้อสอบที่ใช้ทดสอบการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน จะมีทั้งหมด 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3 และ 6 ซึ่งเป็นเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและการวิเคราะห์ DNA ตามลำดับ โดยข้อสอบทั้ง 2 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนบรรยาย เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงระหว่างคำตอบและหลักฐานที่ใช้สนับสนุนคำตอบ

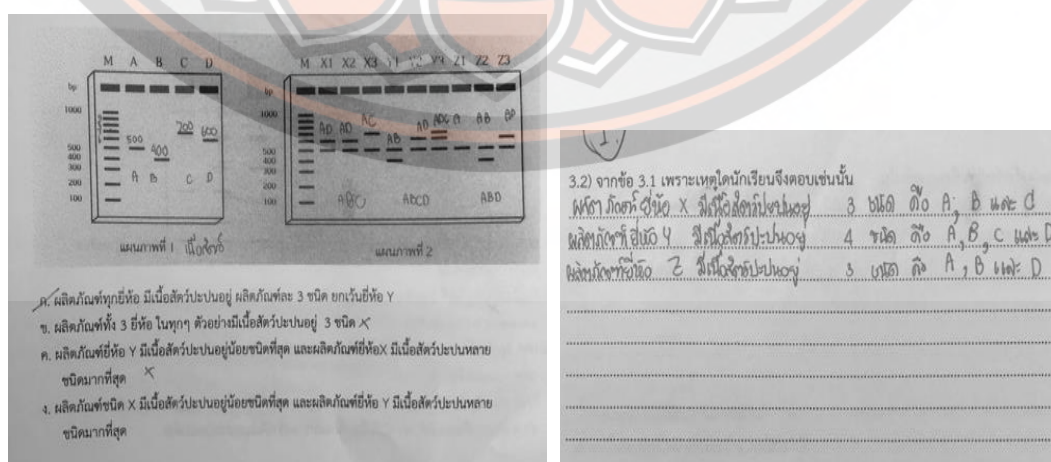
ในข้อที่ 3 จากเหตุการณ์ที่มีการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์หนึ่งมีเนื้อสัตว์ชนิดใดผสมอยู่บ้าง ซึ่งมีขนาดดีเอ็นเอของสัตว์ 4 ชนิดที่ทราบขนาดอยู่แล้ว A B C และ D โดยผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อ คือ X Y และ Z ยี่ห้อละ 3 ตัวอย่าง นักเรียนคิดว่า จากหลักฐานที่ปรากฏในภาพ ผลการตรวจสอบครั้งนี้ ควรเป็นอย่างไร



ภาพ 60 ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3

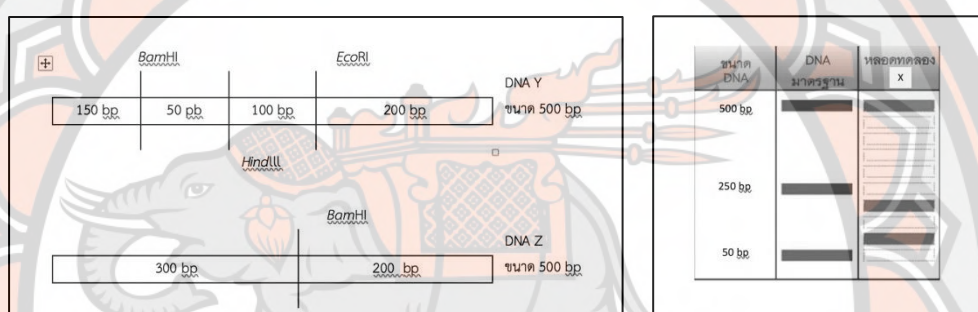
ตัวเลือก 4 ข้อในตอนที ก. ผลิตภัณฑ์ทุกยี่ห้อ มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ ผลิตภัณฑ์ละ 3 ชนิด ยกเว้นยี่ห้อ Y ข. ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ในทุกๆ ตัวอย่างมีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ 3 ชนิด ค. ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Y มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่น้อยชนิดที่สุด และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ X มีเนื้อสัตว์ปะปนหลายชนิดมากที่สุด ง. ผลิตภัณฑ์ชนิด X มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่น้อยชนิดที่สุด และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Y เนื้อสัตว์ปะปนหลายชนิดมากที่สุด และหลังจากเลือกตอบในตอนที 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนที 2 ด้วย

พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่า ผลิตภัณฑ์ทุกยี่ห้อ มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ ผลิตภัณฑ์ละ 3 ชนิด ยกเว้นยี่ห้อ Y ในตอนที 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอนที 2 โดยสามารถสร้างข้อสรุปที่หลักฐานที่ปรากฏอยู่บนสนับสนุนคำตอบที่ตนเลือกไว้ โดยการแจกแจงจำนวนจำนวนชนิดของเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อ โดยใช้หลักการในการอ่านลายพิมพ์ดีเอ็นเอ



ภาพ 61 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 3

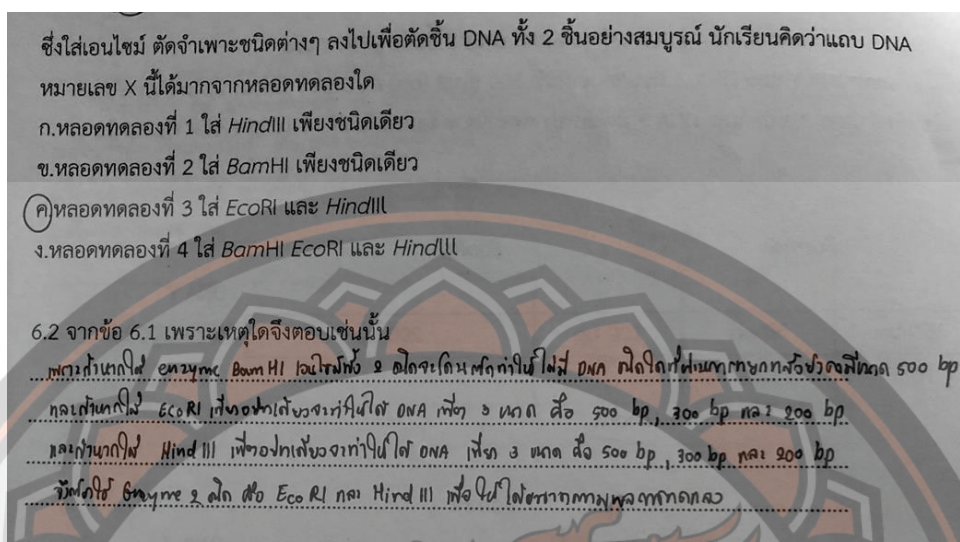
และในข้อที่ 6 กำหนดให้ในหลอดทดลอง 4 หลอด แต่ละหลอดมี DNA 2 ชิ้น คือ DNA Y และ DNA Z โดยที่ DNA Y และ DNA Z มีขนาดเท่ากันที่ 500 คู่เบส (bp) ถ้า DNA Y มีตำแหน่งตัดจำเพาะโดยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 3 ชนิด และ DNA Y มีตำแหน่งตัดจำเพาะ โดยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 1 ชนิด ดังแสดงในภาพ และแสดงแถบ DNA ที่ปรากฏในเจลเมื่อผ่านการแยกโดยวิธี เจลอิเล็กโทรโฟรีซิสของชิ้น DNA ในหลอดทดลอง หมายเลข X เป็นดังนี้ ซึ่งใส่เอนไซม์ตัดจำเพาะ ชนิดต่างๆ ลงไปเพื่อตัดชิ้น DNA ทั้ง 2 ชิ้นอย่างสมบูรณ์ นักเรียนคิดว่าแถบ DNA หมายเลข X นี้ ได้มาจากหลอดทดลองใด



ภาพ 62 จุดตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะและหลอดทดลอง x ที่ใช้ในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 6

โดยมีตัวเลือก 4 ข้อในตอนท้าย ก. หลอดทดลองที่ 1 ใส่ HindIII เพียงชนิดเดียว ข. หลอดทดลองที่ 2 ใส่ BamHI เพียงชนิดเดียว ค. หลอดทดลองที่ 3 ใส่ EcoRI และ HindIII ง. หลอดทดลองที่ 4 ใส่ BamHI EcoRI และ HindIII และหลังจากเลือกตอบในตอนท้ายที่ 1 เรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องเขียนตอบแบบบรรยายในตอนท้ายที่ 2 ด้วย

ซึ่งก็พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถามข้อนี้ว่า หลอดทดลองที่ 3 ใส่ EcoRI และ HindIII ในตอนท้ายที่ 1 และสามารถเขียนบรรยายคำตอบในตอนท้ายที่ 2 โดยสามารถสร้างข้อสรุปที่หลักฐานที่ปรากฏอยู่สนับสนุนคำตอบที่ตนเลือกไว้ โดยการแจกแจงตำแหน่งของเอนไซม์ตัดจำเพาะ ในแต่ละจุดตัดจำเพาะของหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด พร้อมระบุขนาดของดีเอ็นเอ เพื่อสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่างคำตอบและหลักฐาน



ภาพ 63 ตัวอย่างคำตอบในแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้อที่ 6

จากการแสดงผลการวิจัยในส่วนการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ย 5.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.44 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี ส่วนลำดับคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกออกเป็นประเภท เรียงตามลำดับจากสูงที่สุดไปน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ย 1.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.23 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายมีคะแนนเฉลี่ย 1.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยมีคะแนนเฉลี่ย 1.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ย 1.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60.23 ซึ่งผลคะแนนดังกล่าว มีความสอดคล้องกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเรียน

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ตามวิธีการสอนของ Grooms et al. (2016) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งทั้ง 3 วงจร สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 สรุปผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ขั้นการระบุเป้าหมายและคำถามนำ เป็นขั้นที่เตรียมเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนต้องเตรียมสื่อการเรียนรู้และแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับประเด็นที่จะศึกษา ซึ่งประเด็นที่นำมาศึกษา ควรไปถึงเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่กำลังจะเรียน และเป็นประเด็นที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นมาก่อน ประเด็นที่นำมาศึกษาจะต้องเหมาะสมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ เป็นประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจนแน่นอน ตัวแปรที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อประเด็นที่นำมาศึกษาหลากหลาย และสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับตัวแปรเหล่านั้นได้ โดยใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และเป็นประเด็นที่ใกล้ตัวนักเรียน มีความน่าสนใจเพื่อดึงความสนใจของนักเรียนให้เข้าสู่การโต้แย้งและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น ผู้สอนต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แตกต่างเกี่ยวกับ

ประเด็นนั้นมากกว่า 1 ด้าน พร้อมทั้งยกตัวอย่างการตั้งคำถามนำในสถานการณ์ หรือประเด็นที่คล้ายคลึงกัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางการตั้งคำถามนำ การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา

ขั้นการสร้างข้อมูลและหลักฐาน ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่กำกับดูแล ให้นักเรียน เก็บข้อมูลที่ถูกต้องและย้าเตือนนักเรียนให้เก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการตอบคำถามนำของตน ผู้สอนควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูลในแต่ละสถานการณ์เป็นหมวดหมู่ให้เรียบร้อย และอธิบายแนวทางการสืบค้นและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองก่อน โดยคอยกำกับดูแล ให้นักเรียนมีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องและคอยตรวจสอบการทำงานของนักเรียนเป็นระยะ

ขั้นการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น ผู้สอนควรเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมนี้ให้ครบถ้วน และเพียงพอ เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์ของนักเรียน และช่วยกระชับเวลาทำให้นักเรียนมีเวลาในการทำงานร่วมกันมากขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรอธิบายถึงรายละเอียดขององค์ประกอบของโปสเตอร์ที่นักเรียนจะใช้นำเสนอว่าประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และสรุป พร้อมกับอธิบายให้เข้าใจความหมายและความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้น ผู้สอนควรให้คำแนะนำถึงการรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ได้โปสเตอร์ที่จะใช้ในกิจกรรมโต้แย้งต่อไป

ขั้นการสร้างการโต้แย้ง ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำเสนอ ข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง โดยมีการสนับสนุนคำตอบ การแสดงเหตุผล หลักฐาน และข้อสรุปของตน ในขั้นนี้นักเรียนกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามที่ตนสงสัย หรือแสดงความคิดเห็นต่อผู้นำเสนอได้ ผู้สอนควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวิธีการการโต้แย้ง และหลักการในการแสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์ พร้อมกับแจ้งจุดประสงค์ในการโต้แย้งอย่างชัดเจน เพื่อให้การโต้แย้งเป็นไปอย่างตรงประเด็นและบรรลุจุดประสงค์ นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนข้อโต้แย้งของตนโดยไม่ใช้อารมณ์ ไม่มุ่งเน้นไปที่ผลการของแพ้ชนะ นอกจากนี้ ผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำเมื่อมีการโต้แย้งที่หลุดประเด็น หรือมีความเข้าใจผิดที่เกินขอบเขต เพื่อนำกิจกรรมการโต้แย้งกลับเข้าสู่เป้าหมายเดิม ผู้สอนควรสังเกตว่า กิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนขาดองค์ประกอบสำคัญในแง่มุมใดหรือไม่ เช่น ในกรณีที่นักเรียนทำกิจกรรมโต้แย้งที่สนใจแค่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในส่วนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่มีทางออกสำหรับประเด็นที่โต้แย้ง ผู้สอนควรจดบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนและแจ้งให้ทราบว่า ผู้สอนจะให้คำตอบหรือ

สรุปการโต้แย้งเมื่อไรและอย่างไร จากนั้นเมื่อการโต้แย้งสิ้นสุดลง ผู้สอนควรสรุปผลของการโต้แย้งของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อจะช่วยอธิบายผลของกิจกรรมให้กับนักเรียนในชั้นถัดไป

ขั้นการการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ คือ ขั้นที่ผู้สอนและนักเรียนอภิปรายถึงผลของการโต้แย้ง และมโนทัศน์ในเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่เชื่อมโยงกับผลของการสำรวจตรวจสอบและกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน ผู้สอนควรนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาอภิปราย และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง รวมถึงมโนทัศน์ที่ขาดไปในส่วนของเนื้อหาและในแง่ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้สื่อที่หลากหลาย นอกจากนี้ ผู้สอนควรนำการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการสร้างขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการสำรวจตรวจสอบข้อมูลและการโต้แย้ง

ขั้นการเขียนรายงานการโต้แย้ง นักเรียนจะได้กลั่นกรองความคิดและเขียนรายงานจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมดเป็นรายบุคคล โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) อะไรคือสิ่งที่คุณกำลังจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำสิ่งใดลงไปแล้ว 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำ 4) สิ่งที่คุณปรับปรุงหรือพัฒนา ผู้สอนควรอธิบายถึงจุดประสงค์ของแต่ละองค์ประกอบหลักอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล หลักฐาน การให้เหตุผล ข้อสรุป และสิ่งที่ตนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการทำกิจกรรมการโต้แย้ง นอกจากนี้ ผู้สอนยังอนุญาตให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลของตนเองที่ได้หลังจากผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนหน้านี้มาแล้ว และผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเขียนรายงาน เนื่องจากนักเรียนต้องการเวลาในการจัดการกับข้อมูลที่มีอยู่และข้อมูลที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในการเขียนรายงาน

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน ในขั้นนี้นักเรียนทำหน้าที่ตรวจสอบและประเมินรายงานการโต้แย้งของเพื่อนที่ไม่ใช่ของกลุ่มตัวเอง โดยที่นักเรียนไม่ทราบตัวตนของเพื่อนที่นักเรียนประเมิน ผู้สอนควรเป็นผู้แนะนำและช่วยสนับสนุนนักเรียนในการสร้างเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินรายงานการโต้แย้งร่วมกัน โดยเกณฑ์ที่สร้างขึ้นควรเน้นการประเมินในส่วนของหลักการในการให้เหตุผลของคำตอบ หลักฐาน ข้อสรุป วิธีการในการสำรวจตรวจสอบ และความน่าเชื่อถือของข้อมูล อีกทั้งผู้สอนควรเน้นย้ำให้เกิดการประเมินในส่วนของการความถูกต้องของเนื้อหา โดยการประเมินควรมีพื้นที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนพบและสนใจในการประเมินรายงานการโต้แย้งของเพื่อน จากนั้นผู้สอนควรแจ้งให้นักเรียนแจ้งคะแนนรายงานของเพื่อนและต้องแจ้งให้เพื่อนทราบว่า รายงานการโต้แย้งของเพื่อนนั้นผ่านหรือไม่ พร้อมทั้งบอกนักเรียนให้ทราบว่า ผู้ตัดสินการประเมินครั้งสุดท้าย คือ ผู้สอน เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนประเมินรายงานของเพื่อนอย่างรอบคอบ

ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน ในขั้นนี้ นักเรียนต้องปรับปรุงรายงานหลังจากถูกประเมินจากเพื่อนในชั้นที่ผ่านมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินคนสุดท้าย ในการประเมินของผู้สอนนั้น ผู้สอนควรวิเคราะห์ถึงหลักการ องค์ประกอบ ในการเขียนรายงานการโต้แย้งของนักเรียนว่ามีความครบถ้วนหรือไม่ จากนั้นจึงตรวจสอบความสอดคล้องของการประเมินของนักเรียนที่ประเมินรายงานโต้แย้งว่าสอดคล้องกับสิ่งที่อยู่ในรายงานหรือไม่ จากนั้นผู้สอนจึงให้คะแนนในการประเมินของตนเอง และหากนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินของเพื่อน ผู้สอนควรพิจารณาอย่างถี่ถ้วนว่ารายงานการโต้แย้งนั้นเป็นจริงตามสิ่งที่เพื่อนได้ประเมินไว้หรือไม่ ถึงตัดสินตามหลักฐานที่ปรากฏ ในกรณีที่นักเรียนไม่ผ่านการประเมินของผู้สอน ผู้สอนควรเขียนคำอธิบาย ข้อเสนอแนะอย่างชัดเจนทั้งในแง่ของเนื้อหา การให้เหตุผล วิธีการสำรวจตรวจสอบ หรือ วิธีการเขียนรายงานการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงประเด็นที่ควรพัฒนา

ส่วนที่ 2 การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ย 5.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.44 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี ส่วนลำดับคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกออกเป็นประเภทเรียงตามลำดับจากสูงที่สุดไปน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 1.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.23 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายมีคะแนนเฉลี่ย 1.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ย 1.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ย 1.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60.23 ซึ่งผลคะแนนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน

อภิปรายผล

ผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงการอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการขับเคลื่อนกิจกรรมโต้แย้ง ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาในเรื่องที่เรียน อีกทั้งควรเป็นประเด็นปัญหาที่เหมาะสมต่อการสำรวจตรวจสอบในทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นสถานการณ์ที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนต้องอาศัยการสำรวจตรวจสอบถึงข้อมูล หรือทำการทดลองเพื่อหาคำตอบในส่วนของการนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์ปัญหานั้น ควรมีการลำดับข้อมูลให้เป็นสัดส่วนชัดเจน ทั้งส่วน

ของการเกริ่นนำ เนื้อความ ปัญหาและคำถาม พร้อมใช้ภาพหรือวิดีโอประกอบการนำเสนอด้วย เพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งคำถามได้จากสถานการณ์ที่น่าสนใจ และไม่มี ความซับซ้อนในเชิงเนื้อหา มากจนเกินไป เพราะอาจส่งผลให้นักเรียนให้ความสนใจกับเนื้อหาในสถานการณ์มากเกินไป และ อาจทำให้นักเรียนให้ความสนใจกับเนื้อหา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอลดลง เช่น หากสถานการณ์ กล่าวถึง เทคนิคการโคลนนิ่ง ยีนที่โคลนหรือลักษณะสำคัญของยีน ไม่ควรมีความซับซ้อนมากเกินไป แต่ควรเน้นไปที่ ทำอย่างไรให้นักเรียนเกิดความสนใจถึงกระบวนการในการโคลนนิ่งนั้นมากกว่า โดย Walker, & Sampson (2013) กล่าวว่า การที่ผู้สอนตั้งคำถามที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้ง และสืบเสาะหาหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสรุปได้เหมาะสมและถูกต้อง เมื่อผู้สอนถามคำถามนักเรียน คำถามนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ

การจดบันทึก ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียน จะได้พบกับประเด็นที่หลากหลาย จากการแสดงความคิดเห็นหรือตั้งคำถาม ทั้งในขั้นของการโต้แย้ง เบื้องต้นกับสมาชิกภายในกลุ่ม หรือขั้นการโต้แย้งที่แต่ละกลุ่มจะนำเสนอและสร้างข้อโต้แย้งร่วมกัน เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยหรือได้แสดงความคิดเห็นออกไปแล้ว นักเรียนต้องรับฟังและคิดวิเคราะห์สิ่งที่ ได้รับกลับมาในทันที การจดบันทึกประเด็นที่น่าสนใจ ประเด็นที่สนใจหรือประเด็นที่ยังหาข้อสรุป ไม่ได้ จะเป็นตัวช่วยในการจดจำสิ่งที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียน อันจะเป็นประโยชน์ ต่อการนำมาเขียนรายงานการโต้แย้งในขั้นกิจกรรมต่อไป เนื่องจากในรายงานการโต้แย้งนั้น นักเรียน จะต้องเขียนรายงานและกลั่นกรองสิ่งที่ได้จากการผ่านกิจกรรมที่ผ่านมา หากนักเรียนมีสิ่งที่จด บันทึกไว้จะทำให้สามารถนำประเด็นที่สำคัญ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้าง องค์ความรู้และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาทบทวนอีกครั้ง และจดจำ สิ่งเหล่านั้นได้โดยใช้การเขียนเป็นสิ่งที่สนับสนุน

ใบกิจกรรม ในการจัดการเรียนรู้ขั้นการสร้างข้อมูลและหลักฐาน หลังจากทีนักเรียนได้รับ สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอแล้ว นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดบ้างที่ เกี่ยวข้องและข้อกล่าวอ้างของตน จากนั้นต้องปรึกษากับสมาชิกภายในกลุ่ม การใช้ใบกิจกรรมที่มี มีองค์ประกอบที่จัดลำดับเอาไว้ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถ วางแผน เก็บข้อมูล และแบ่งหน้าที่ได้ อย่างเป็นระบบ เช่น ข้อกล่าวอ้างคืออะไร เนื้อหาหรือประเด็นใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง เนื้อหาใดบ้างที่สามารถสร้างความเข้าใจต่อสถานการณ์ ประเด็นที่ต้องการสืบค้น คือ แหล่งสืบค้น คือ เป็นต้น จะช่วยให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ และแบ่งหน้าที่ กับสมาชิกภายในกลุ่มได้อย่างชัดเจน รวมทั้งใช้เวลาในการทำงานอย่างคุ้มค่า

ในการทำกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น และได้ทบทวนข้อกล่าวอ้างของตนเอง ได้เข้าใจเนื้อหาในแง่มุมอื่น โดยผู้สอนควรกระตุ้นให้เห็นถึงแนวทางที่หลากหลายของคำตอบ หรือวิธีการต่างๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อสนับสนุนการโต้แย้งของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่ง Kuhn, & Reiser (2005 as cited in Walker, & Sampson, 2013) กล่าวว่า นักเรียนมักจะพึ่งพาเกณฑ์หรือหน่วยงานภายนอกในการตัดสินใจว่าความคิดนี้จะยอมรับหรือปฏิเสธ เช่น พวกเขาพยายามที่จะเจรจาคำอธิบายต่างๆ กับผู้อื่น และยังสอดคล้องกับ Sampson (2009) กล่าวว่า นักเรียนได้เรียนรู้มากขึ้นหากได้แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อนหรือได้รับความท้าทายบางประการ

การตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงาน นอกจากนี้ ภายในกลุ่มยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างและการอธิบายเหตุผลของรายงานที่ได้รับการตรวจสอบว่าดี หรือจำเป็นต้องปรับปรุง โดยสิ่งที่คุณสอนต้องให้ความสำคัญ คือ การตรวจสอบเกณฑ์การประเมินรายงานการโต้แย้งของนักเรียนให้มีการประเมิน ทั้งในองค์ประกอบของเนื้อหาที่เรียนและองค์ประกอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และอีกสิ่งสำคัญในบทบาทของผู้สอนที่จะช่วยให้ นักเรียนสามารถประเมินรายงานการโต้แย้งได้ คือ การให้คำแนะนำกับผู้ที่ถูกประเมิน ซึ่งต้องมีความสอดคล้องกับรายงานการโต้แย้ง และต้องเขียนในจุดประสงค์ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหรือปรับปรุงรายงานการโต้แย้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ Enderle, Grooms, & Sampson (2012) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะมีความสามารถในการสร้างและประเมินคำอธิบาย และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่เรียนห้องเรียนปกติ

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจร ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยสนับสนุนและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การเข้าสู่บทเรียนด้วยการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างคำถามสำคัญ นำสู่การคาดคะเนคำตอบหรือสร้างสมมติฐาน ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมติฐาน ในขั้นของการสร้างข้อมูลและหลักฐาน นักเรียนจะทราบประเด็นที่ตนต้องสำรวจตรวจสอบ และสามารถเลือกได้ว่าข้อมูลชุดใดที่สนับสนุน หรือมีความสอดคล้องกับข้อกล่าวหรือสมมติฐานของตน ซึ่งสอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย รวมถึงกิจกรรมการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในขั้นการสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น

และขั้นการสร้างการโต้แย้ง ในขั้นนี้นักเรียนได้ร่วมกันประเมินข้อมูลว่า ข้อมูลใดสามารถใช้เป็นหลักฐานที่น่าเชื่อถือ และสร้างข้อสรุปที่มีความสอดคล้องระหว่าง ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานฐานได้อีกทั้งยังได้ประเมินความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของบุคคลภายนอก ซึ่งจะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและแบบอุปนัยได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Cavagnetto (2010) กล่าวว่า การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น ไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทราวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะนูนันท์, และจินตนา กล่ำเทศ (2560) ว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยมีการพัฒนาทุกองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ การสำรวจปรากฏการณ์ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และการลงข้อสรุป

ผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุด คือ การให้เหตุผลแบบสมมุติฐาน (85.23%) เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้น ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้โดยมีการแสดงถึงปัญหาและคำถามนำ ซึ่งในขั้นตอนก่อนการสำรวจตรวจสอบนั้น นักเรียนต้องได้กำหนดคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนก่อนเสมอ และข้อกล่าวอ้างนั้นต้องสามารถใช้เป็นแนวทางในการสำหรับตรวจสอบได้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและเรียนรู้เทคนิคในการกำหนดสถานการณ์ เพื่อเริ่มต้นกิจกรรมถัดไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Cetin, & Eymur (2017) กล่าวว่า การสร้างข้อกล่าวอ้างที่เป็นแนวทางในการสร้างการทดลองหรือการสำรวจเพื่ออธิบายคำตอบนั้น ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Grooms, Enderle, & Sampson (2015) ว่า การพัฒนาการสร้างข้อกล่าวอ้างเกิดขึ้นจากการได้รับสถานการณ์ปัญหา ผ่านการวิเคราะห์ และใช้ความรู้หรือประสบการณ์ที่มี เพื่อคาดคะเนสมมติฐาน หรือตั้งข้อกล่าวอ้างเพื่อให้เป็นคำตอบนำการตรวจสอบ

การวัดความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนองค์ประกอบสำคัญที่ได้คะแนนน้อยที่สุดร้อยละ 60.23 คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนก่อนหน้าการทำวิจัย นักเรียนได้รับประสบการณ์การในการทำกิจกรรมการโต้แย้งน้อย ซึ่งเนื้อที่เรียนได้มีการบรรยายถึงแนวทาง หรือหลักฐานที่ช่วยสนับสนุนทฤษฎีในเนื้อหาอยู่แล้ว เมื่อนักเรียน

ต้องประเมินข้อมูล เพื่อใช้เป็นหลักฐานของคำตอบด้วยตัวเอง พบว่า นักเรียนต้องการคำแนะนำในการประเมินข้อมูลและวิเคราะห์ที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ในวงจรที่ 1 และสามารถประเมินค่าของข้อมูลได้ด้วยตนเองในวงจรที่ 2 และสามารถที่จะสร้างหลักฐานที่มีช่วยสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างครบถ้วนทุกประเด็น จากข้อมูลที่มีในวงจรที่ 3 จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด

การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน พบว่า จำนวนกลุ่มนักเรียน ในกลุ่ม B มีมากกว่ากลุ่ม A โดยนักเรียนสามารถแสดงให้เห็นความสามารถในการให้เหตุผลในแต่ละประเภทได้ แต่ขาดซึ่งรายละเอียดหรือขั้นตอนสนับสนุน ในวงจรที่ 2 นั้น อาจเป็นเพราะเนื้อหาในเรื่องการวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนมนั้น ในขั้นตอนของเทคนิคเจลิอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งวิเคราะห์ขนาดของ DNA นั้น มีขั้นตอนหลักหลายขั้นตอนอยู่แล้ว ทำให้นักเรียนมักไม่ได้รายละเอียดหรือคำอธิบายหลักการในแต่ละขั้นตอนมาด้วย จึงส่งผลให้กลุ่มคำตอบของนักเรียนมีรายละเอียดในกลุ่ม B สูงกว่ากลุ่ม A ในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้ก่อนถึงเริ่มทำวิจัยจริง เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาวิธีการ ขั้นตอน คำศัพท์เฉพาะ หรือแม้กระทั่งข้อตกลงในการโต้แย้ง การสร้างความคุ้นเคยให้กับนักเรียนจะทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น สร้างคำถามในกิจกรรมการโต้แย้งได้อย่างมั่นใจ และทราบถึงจุดประสงค์ของการโต้แย้งที่มีเพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน มิใช่เพื่อการเอาชนะผู้อื่น

1.2 เนื้อหาในสถานการณ์ ไม่ควรเป็นเนื้อหาต้องใช้แหล่งเรียนรู้ วิธีการ หรืออุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนและยากต่อการเข้าถึงหรือยากต่อการใช้งานมากเกินไป พร้อมทั้งควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น

2. ข้อเสนอในการวิจัยต่อไป

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นนั้น ถูกสนับสนุนจากการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกิจกรรมการโต้แย้ง จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะในการสื่อสาร หรือการเลือกใช้สื่อในการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *กลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีเรียน*. กรุงเทพฯ:

กองวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กุลวรรณ อินทะนุ. (2561). รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัย
นเรศวร.

กุลลิน มุสิกกุล. (2550). การเรียนการสอนโดยใช้ Scientific Inquiry. *สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 35(149), 36-38.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัยประมวล
บทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิราวัฒน์ แสงสร. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ
ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้
ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 28(3), 14-26.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). ประเด็นและแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารหน่วยวิจัย
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 1-21.

ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ทิตนา แคมมณี. (2540). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2554). *การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบ
สืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ประภา สมสุข, กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, ณสรรค์ ผลโคก, และมนัส บุญประกอบ. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่ใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในทศน์และความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 26(1), 170-182.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2546). การจัดการเรียนการสอนที่ 5 ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2561, จาก http://www3.ipst.ac.th/stat/assets/journal/j02_7Jan.pdf
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 28-30.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ฉบับปรับปรุง). ปัตตานี: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, และเพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภคพร อิศระ, และอลิศรา ชูชาติ. (2558). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 10(2), 249-260.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, และจินตนา กล้าเทศ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 27-40.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 3(10), 10-20.
- ลฎาภา สุทธกุล, และลือชา ลดาชาติ. (2013). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *Naresuan University Journal*, 21(3), 37-45.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *โครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์มาตรฐานสากล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2555*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *การประเมิน PISA 2015*. สืบค้น 4 พฤษภาคม 2561, จาก <http://emagazine.ipst.ac.th/186/IPST186/assets/basic-html/page-l.html>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. สืบค้น 4 พฤษภาคม 2561, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2015summaryreport/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 วิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *คู่มือสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหาร ผู้สอน และนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับการประเมินตามโครงการวิจัยนานาชาติ (PISA และ TIMSS)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำเร็จ นางสีคุณ. (2557). *การใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เรื่อง พันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นชั้นปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิดเรื่อง ปฏิกิริยาการดำรงอาศัยพื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริณา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุรจิตา เศรษฐภักดี. (2547). *ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2546). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ไสว พักขาว. (2544). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.
- อารยา ปาละโชติ. (2551). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค fading Scaffold เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสังสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไบโหม เอ็ดดูเคท.
- เอกภูมิ จันทขันธ์. (2559). *การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์*. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11(1), 217-232.
- Abrams, E., Southerland, S.A., & Evans, C. (2008). Inquiry in the classroom: Realities and opportunities. In E. Abrams, S.A. Southerland, & P. Silva (Eds.), *An introduction to inquiry* (pp. 1-13). Greenwich, CT: Information Age.
- Bawden, R.J. (1991). Towards action research systems. *Action research for change and development*, 10-35.
- Bell, R.L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Berland, L.K., & McNeill, K.L. (2009). Using a learning progression to inform scientific argumentation in talk and writing. *Science Education*, 94(5), 765-793.
- Berland, L.K., & Reiser, B.J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95, 191-216.

- Bricker, L.A., & Bell, P. (2008). Conceptualization of argumentation from science studies and the learning science and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473-498.
- Cavagnetto, A.R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.
- Cetin, P.S., & Eymur, G. (2017). Developing students' scientific writing and presentation skills through argument driven inquiry: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S.L. (1999). The teacher research movement: A decade later. *Educational researcher*, 28(7), 15-25.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). Action research. *Research methods in education*, 5, 226-244.
- Davis, C.A. (2009). *Gender, mathematics, reading comprehension and science reasoning as predictors of science achievement among African-American students at a historical black college or university* (Doctoral dissertation). USA.: University of Southern Mississippi.
- Dawson, V.M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issue in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Enderle, P., Grooms, J., & Sampson, V. (2012). *Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school classrooms*. USA.: Indianapolis.
- Fanetti, T.M. (2011). *The effect of problem solving video games on the science reasoning skills of college students* (Doctoral dissertation). USA.: University of Missouri-St. Louis.

- Grooms, J., Enderle, P, & Sampson, V. (2015). Coordinating scientific argumentation and the next generation science standards through argument driven inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45-50.
- Hanley, C.D. (1997). The effects of the learning cycle on the ecological knowledge of general biology students as measured by two assessment techniques. *Dissertation Abstracts International*, 58(6), 267.
- Hausman, A., Kahane, H., & Tidman, P. (2010). *Logic and philosophy a modern introduction*. USA.: Wadsworth.
- Hodson, D. (2008). *In towards scientific literacy: A teachers' guide to history, philosophy and sociology of science rotterdam*. Netherlands: Sense.
- Jimenez-Aleixandre, M.P., & Erduran, S. (2007). *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research*. Dordrecht, NL: Springer.
- Kant, J., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning And Instruction*, 52, 46-58.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research reader*. Geelong, Victoria: Deakin University.
- Kolsto, S.D., & Ratcliffe, M. (2007). Social aspects of argumentation. In M.P. Jimenez Aleixandre, & S. Erduran (Eds.), *Argumentation in science education: Perspective from classroom-based research* (pp. 117-136). Dordrecht, NL: Springer.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). *Students constructing and defending evidence-based scientific explanations*. Dallas, TX: n.p.
- Lawson, A.E. (2000). *Classroom test of scientific reasoning*. Arizona: Arizona State University.

- Lawson, A.E. (2009). *Basic inferences of scientific reasoning, argumentation*. N.P.: n.p.
- Lee, C.Q., & She, H.C. (2009). Facilitating students' conceptual change and scientific reasoning involving the unit of combustion. *Research in Science Education*, 40(4), 479- 504.
- Linn, M.C., & Eylon, B.S. (2006). *Science education: Integrating views of learning and instruction*. In *Handbook of educational psychology* (pp.511-544). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- Mayer, R.E. (2003). *Learning and instruction*. USA: Pearson Education National Research Council.
- McCallie, E. (2010). *Argumentation among publics and scientists: A study of dialogue events on socio-scientific issues* (Doctoral dissertation). UK.: King's College London.
- McNiff, J. (2013). *Action research: Principles and practice*. N.P.: Routledge.
- Kant, J.M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction*, 52, 46-58.
- Krajcik, J., McNeill, K. L., & Reiser, B.J. (2008). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92(1), 1-32.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy.

- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy.
- Okumus, S., & Unal, S. (2012). The effects of argumentation model on students' achievement and argumentation skills in science. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 457-461.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Piraksa, C., Srisawasdi, N., & Koul, R. (2014). Effect of gender on student's scientific reasoning ability: A case study in Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 486-491.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts and practices in biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 465-472.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009a). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *Science Education*, 76, 42-47.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. USA: National Science Teacher Association.
- Schmuck, R.A. (2006). *Practical action research for change*. N.P.: Corwin.
- Schwab, J.J. (1960). Inquiry, the science teacher, and the educator. *The School Review*, 68(2), 176-195.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2002). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. New Orleans, LA.: n.p.
- Stark, R., Puhl, T., & Krause, U. (2009). Improving scientific argumentation skills by a problem-based learning environment: Effects of an elaboration tool and relevance of student characteristics. *Evaluation and Research in Education*, 22(1), 51-68.

Suppe, F. (1998). The structure of a scientific paper. *Philosophy of Science*, 65(3), 381-405.

Van, E.F.H. (1995). A world of difference: The rich state of argumentation theory. *Informal Logic*, 17(2), 144-158.

Walker, J., Sampson, V., & Zimmerman, C. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(10), 1048-1056.

Walker, J., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research In Science Teaching*, 50(5), 561-596.

Zimmerman, C. (2005). *The development of scientific reasoning skills: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning*. Retrieved November 12, 2014, from http://www.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf



ภาคผนวก

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว 30244 รายวิชา ชีววิทยา 4 ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 17 พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เรื่อง พันธุวิศวกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จำนวนเวลาที่สอน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นายทศพล สุวรรณพุด

1. ผลการเรียนรู้

- 1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย ความหมายของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
- 1.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย ความหมายของกระบวนการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์
- 1.3 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดและเทคนิค

พีซีอาร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

1. อธิบายความหมายของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. อธิบายกระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
3. เปรียบเทียบการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดและเทคนิคพีซีอาร์

ทักษะ/กระบวนการ

1. สืบค้นข้อมูลความหมายของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. สืบค้นข้อมูลกระบวนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
3. สืบค้นการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดและเทคนิคพีซีอาร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. สร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องพันธุวิศวกรรมได้
2. ประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่สามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลเรื่อง พันธุวิศวกรรมที่มีอยู่
3. ทดสอบสมมติฐานและคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ ในเรื่อง พันธุวิศวกรรม

4. สร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป สามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องพันธุวิศวกรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ส่งงานตรงเวลา
2. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. ทำงานกับเพื่อนในกลุ่มอย่างสร้างสรรค์
4. มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

3. สำคัญ

เทคโนโลยีทาง DNA เป็นเทคโนโลยีชีวภาพแขนงหนึ่ง ซึ่งนำมาใช้เพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตมีสมบัติตามที่ต้องการ

พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิคการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะตัด DNA ทั้งสองสายที่จุดตัดจำเพาะ ถ้าตำแหน่งที่เป็นจุดตัดของ DNA ทั้งสองสายอยู่ตรงกัน จะทำให้เกิดปลายทู่ แต่ถ้าตำแหน่งที่เป็นจุดตัดอยู่เยื้องกัน จะทำให้เกิดปลายเหนียว เมื่อตัดสาย DNA ต่างโมเลกุลกันด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน ปลายสายของ DNA จะมีลำดับเบสที่เข้าคู่กันได้ และเชื่อมต่อกันได้ด้วยเอนไซม์ DNA ไกลเอส ทำให้เกิด DNA รีคอมบิแนนท์

การจำนวนของ DNA รีคอมบิแนนท์ที่เหมือนๆ กันเป็น จำนวนมากในเซลล์เจ้าบ้าน เช่น แบคทีเรีย เรียกว่า การโคลน DNA ถ้า DNA นั้นมียีน ที่ต้องการก็เรียกว่า การโคลนยีน การโคลนยีนทำได้โดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย นอกจากนี้ ยังสามารถโคลนยีนในหลอดทดลองโดยเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอคชันหรือ พีซีอาร์ (PCR) ซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA ที่ต้องการจาก DNA แม่แบบที่มีปริมาณน้อยมากให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเวลารวดเร็ว

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและข้อคำถาม (The Identification of The Task) (15 นาที)

1. ผู้สอนกล่าวทักทายนักเรียนและให้นักเรียนดูรูปภาพที่แสดงถึงการเคลื่อนย้ายหรือตัดต่อยีนระหว่างสิ่งมีชีวิต เป็นภาพของแบคทีเรียที่เรืองแสง และตั้งคำถามกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

แนวคำถาม

- จากภาพแบคทีเรียเรืองแสงได้อย่างไร (คำตอบที่คาดว่าจะได้รับ: แบคทีเรียอาจจะได้รับยีนเรืองแสงมาจากหิ่งห้อย หรือสิ่งมีชีวิตที่เรืองแสงได้)

- ถ้านำแบคทีเรียที่เรืองได้ไปใส่ในสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตนั้นจะสามารถเรืองแสงได้หรือไม่ (คำตอบที่คาดว่าจะได้รับ: เมื่อแบคทีเรียเรืองแสงจะสามารถทำให้เห็นแบคทีเรียเรืองแสงในสิ่งมีชีวิตนั้นได้)

2. หลักจากถาม-ตอบเสร็จแล้ว ผู้สอนนำภาพข่าวเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต GMOs เช่น ภาพข้าวมะละกอ GMO ให้นักเรียนดู แล้วร่วมกันอภิปราย โดยมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

- มะละกอ GMO มีลักษณะดีอย่างไร

- มะละกอ GMO เกิดจากการเปลี่ยนแปลงยีนหรือไม่ และมีการใช้เทคนิคใด

จากการอภิปรายนำไปสู่ข้อสรุปได้ว่า มะละกอ GMO เกิดจากการปรับแต่งยีน ได้สายพันธุ์ใหม่ที่มียืนต้านทานต่อโรคใบด่างจุดวงแหวนโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม จากนั้นผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่องพันธุวิศวกรรม

- เทคนิคพันธุวิศวกรรมมีขั้นตอนอย่างไรและนำมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง นักเรียนจะได้ศึกษาในกิจกรรมต่อไป

3. ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ทั้งหมด 6 กลุ่ม จากนั้นผู้สอนกำหนดประเด็นสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรมว่า “มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ยืนที่สามารถควบคุมการสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ใช้ในการควบคุมระดับน้ำตาลได้ ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน คือ ผู้ที่ร่างกายไม่สามารถควบคุมปริมาณอินซูลินได้ นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องสกัดอินซูลินออกมาจากสิ่งมีชีวิต แต่ไม่สามารถสกัดออกมาจากมนุษย์ได้เนื่องจากเหตุผลทางด้านจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จึงจำเป็นต้องนำยีนที่สามารถควบคุมการสร้างอินซูลินในมนุษย์ไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพื่อที่จะสกัดดีเอ็นเอมาจากสิ่งมีชีวิตนั้นๆ หากเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเลือกใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมใดบ้างที่สามารถนำมาสร้างอินซูลิน ให้ได้จำนวนมากพอที่จะสามารถสร้างยาอินซูลินให้กับผู้ป่วยเบาหวานจำนวนมาก”

4. ผู้สอนแจกใบกิจกรรม เรื่อง พันธุวิศวกรรมให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนกำหนดคำถามสำคัญ ที่จะใช้เป็นแนวทางในการสำรวจตรวจสอบจากนั้นเขียนลงไปใบกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อมูลและหลักฐาน (The Generation of Data) (30 นาที)

5. ผู้สอนให้นักเรียนวางแผน ออกแบบการเก็บรวบรวม กำหนดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ โดยให้วางแผนการหาแหล่งข้อมูล วิธีการใช้แหล่งข้อมูล วิธีการประเมินความน่าเชื่อถือ

ของแหล่งข้อมูล และออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการออกแบบการบันทึกผลการสำรวจ ตรวจสอบ โดยผู้สอนใช้คำถามเป็นแนวทางให้สำหรับการออกแบบเก็บรวบรวมข้อมูลให้นักเรียน ดังนี้

- แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการหาข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหา เรื่องพันธุวิศวกรรมคืออะไรบ้าง
 - ประเภทของกระบวนการพันธุวิศวกรรมที่จะใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องพันธุวิศวกรรมควรมีอะไรบ้าง
 - การลดข้อผิดพลาดในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องพันธุวิศวกรรม ที่มีคุณภาพสูงและความน่าเชื่อถือได้ มีอะไรบ้าง อย่างไร
 - หากแหล่งข้อมูลที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการพันธุวิศวกรรมไม่ตรงกัน เราจะพิจารณาอย่างไร
 - นักเรียนจะวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลที่ได้ได้อย่างไร
 - การนำเสนอข้อมูลควรเป็นรูปแบบใด เช่น กราฟ แผนภูมิ รูปภาพ ข้อความ เป็นต้น
6. ผู้สอนตรวจสอบการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนอีกครั้ง และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นให้นักเรียนเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลได้
7. ผู้สอนให้นักเรียนเขียน ประเด็นที่ต้องการสืบค้น แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้น ขั้นตอนการสืบค้น ผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ลงใน “ใบกิจกรรม เรื่อง พันธุวิศวกรรม”

ขั้นที่ 3 การสร้างการโต้แย้งเบื้องต้น (The Production of a Tentative Argument (15 นาที)

8. ผู้สอนให้นักเรียนทำการอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นข้อโต้แย้งขั้นต้น ตามรูปแบบใน “ใบกิจกรรม: พันธุวิศวกรรม” ส่วนที่ 2 ข้อโต้แย้งขั้นต้น โดยวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล จากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และอภิปรายร่วมกับนักเรียนในองค์ประกอบของการสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น
9. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อโต้แย้งขั้นต้นของกลุ่มลงในกระดาษรูปแผ่นใหญ่และ เตรียมการนำเสนอเพื่อนำไปโต้แย้งร่วมกับเพื่อนในห้องในขั้นถัดไป

ชั่วโมงที่ 2-3

ขั้นที่ 4 การสร้างการโต้แย้ง (The Interactive Argument Session) (50 นาที)

10. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งขั้นต้นหน้าห้อง กลุ่มละ 3 นาที (มีทั้งหมด 6 กลุ่มรวมใช้เวลา 20 นาที) โดยให้พูดถึงข้อกล่าวอ้างสรุปผลการสำรวจตรวจสอบหลักฐาน ที่เก็บมาได้ รวมถึงการให้เหตุผลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่

สนับสนุน กัน และใช้เวลา 5 นาทีในแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนซักถามและวิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือความเห็น ที่ต่างกันของกลุ่มอื่น (มีทั้งหมด 6 กลุ่มรวมใช้เวลา 30 นาที)

11. ผู้สอนจะกระตุ้นโดยการสังเกตความเห็นที่ต่างกันระหว่างที่นักเรียนนำเสนอและถามความเห็นหรือรายละเอียดเปรียบเทียบกับอีกกลุ่ม ทั้งนี้ ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามกันเองก่อน หากไม่มีนักเรียนถาม ผู้สอนจึงเริ่มการกระตุ้น

หมายเหตุ: การโต้แย้งให้เน้นให้นักเรียนโต้แย้งจากหลักฐานและการให้เหตุผล ถ้าเริ่มมีการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์ร่วมหรือการพูดโดยปราศจากหลักฐานหรือการอ้างอิง ให้ผู้สอนรีบยุติการโต้แย้งนั้นหรือใช้คำพูด/คำถามชี้แนะให้กลับมาโต้แย้งด้วยหลักฐาน

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion) (50 นาที)

12. ผู้สอนร่วมอภิปรายถึงมโนทัศน์เรื่อง พันธุวิศวกรรม ที่ถูกต้องและเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมร่วมกับนักเรียนโดยใช้หลักฐาน จากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนในการอ้างถึงและยกตัวอย่าง ซึ่งจะมีเนื้อหาสาระดังนี้

12.1 เอนไซม์ตัดจำเพาะถูกแยก ออกมาจากแบคทีเรีย ทำหน้าที่ตัดสาย DNA ตรงลำดับเบสจำเพาะ เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละ ชนิดมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA

12.2 การตัดสาย DNA แล้ว ทำให้เกิดปลายสายเดี่ยวที่มีนิวคลีโอไทด์ยื่นออกมา เรียกว่า ปลายเหนียว (sticky end) ถ้า เอนไซม์ตัดจำเพาะมีจุดตัดอยู่ตรงกันทั้งสองสายของ DNA จะทำให้เกิดปลายคู่ (blunt end)

12.3 ใช้ DNA ไลเกสในการเชื่อมสาย DNA

12.4 เทคนิคพีซีอาร์ เป็นการโคลน DNA ในหลอดทดลองเพื่อเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA ในปริมาณมาก โดยใช้เครื่องเพิ่มปริมาณ DNA อัดโนมิติหรือเทอร์มอลไซเคิลอร์ กระบวนการสังเคราะห์ DNA ทำได้ โดยใช้เอนไซม์ DNA พอลิเมอเรสที่แยกได้จากแบคทีเรีย DNA แม่แบบไพรเมอร์ และนิวคลีโอไทด์ 4 ชนิด คือ นิวคลีโอไทด์ที่มีเบส A F G และ C ใสในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ที่ เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยา การเกิดปฏิกิริยา

12.5 การโคลนยีนโดยเทคนิคพีซีอาร์มีข้อดี คือ สามารถเพิ่มปริมาณส่วนของ DNA ที่ต้องการ ได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ข้อเสีย คือการเพิ่มจำนวนชุดของ DNA อาจเกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากเอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยานี้ไม่ทำงาน หรือเอนไซม์บางชนิดไม่มีสมบัติตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ที่สร้างขึ้นเหมือนเช่นกับระบบในสิ่งมีชีวิต

13. ผู้สอนร่วมอภิปรายกับนักเรียนในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์ ประเด็นที่ไม่ถูกกล่าวถึงหรือประเด็นที่นักเรียนหลายกลุ่มให้ความเห็นในขั้นที่ 4 การโต้แย้ง เพื่อสะท้อนกระบวนการสำรวจ

ตรวจสอบของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้ แบ่งปันวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่ตอบคำถามนำได้ ซึ่งให้กลุ่มที่สามารถตอบคำถามในประเด็นต่างๆ เป็นผู้อธิบาย

หมายเหตุ: หากนักเรียนได้โต้แย้งมโนทัศน์เรื่องที่เกี่ยวข้องแต่ไม่ได้อยู่ในเรื่องพันธุวิศวกรรม โดยตรง ให้ผู้สอนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่าง 2 มโนทัศน์นี้โดยไม่ต้องเจาะลึกอธิบายมโนทัศน์เรื่องที่เกี่ยวข้อง

14. หากนักเรียนได้โต้แย้งมโนทัศน์ที่ไม่เกี่ยวข้องเลยหรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทำให้สรุปผลผิดให้แก้ไขให้ถูกต้องโดยการอธิบายสิ่งว่ามันผิดอย่างไรและที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร โดยใช้หลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบเพื่ออธิบายและชี้ให้เห็นว่านักเรียนคลาดเคลื่อนที่ขั้นตอนใดในการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การเขียนรายการโต้แย้ง (The Creation of Written Investigation Report) (20 นาที และมอบหมายให้ทำเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน)

15. ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปเขียนรายงานการโต้แย้งในรูปแบบของข้อโต้แย้งเพื่อนำมาส่งให้ผู้สอนและทำการถ่ายสำเนาไปด้วย จำนวน 3 ชุด โดยผู้สอนชี้แจงรายละเอียดรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

- 15.1 วัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ
- 15.2 คำถามนำการสำรวจตรวจสอบ
- 15.3 อุปกรณ์การสำรวจตรวจสอบ
- 15.4 ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ
- 15.5 ผลการสำรวจตรวจสอบ
- 15.6 สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ
- 15.7 สิ่งที่ต้องปรับปรุง

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Group Peer Review) (50 นาที)

16. ผู้สอนให้นักเรียนส่งรายงานการโต้แย้งและสำเนา จำนวน 3 ชุด โดยที่สำเนานั้นไม่เขียนชื่อ ผู้สอนทำหมายเลขติดเอาไว้เพื่อระบุว่าเป็นของนักเรียนคนใด โดยไม่ให้นักเรียนรู้หมายเลข

17. ผู้สอนสุ่มแจกสำเนาให้นักเรียนแต่ละคน นักเรียนหนึ่งคนจะได้รับสำเนารายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนคนอื่น จำนวน 3 ชุด (แต่ละชุดมาจากนักเรียนที่ไม่ใช่คนเดียวกัน) โดยผู้สอนเป้าหมายให้นักเรียนวิจารณ์ โดยมีเกณฑ์ในประเด็นดังนี้

18. ผู้สอนให้นักเรียนเขียนวิจารณ์รายงานการโต้แย้งตามความเข้าใจของตนเอง

18.1 ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

18.2 คำกล่าวอ้างมีหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบรองรับหรือไม่อย่างไร

18.3 คำกล่าวอ้างกับหลักฐานมีความสัมพันธ์ตามที่ได้ให้เหตุผลไว้หรือไม่อย่างไร

18.4 การให้เหตุผลถูกต้องตามทฤษฎีหรือไม่ นักเรียนทำการวิจารณ์รายงานการโต้แย้งที่ละเล่ม โดยใช้เวลาเล่มละ 15 นาที รวม 3 เล่ม ใช้เวลา 45 นาทีพร้อมทั้งลงชื่อกำกับเมื่อวิจารณ์เสร็จสิ้นแล้วรวบรวมรายงานการโต้แย้งให้ผู้สอน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the report) (10 นาที)

19. ผู้สอนคืนรายงานที่ได้รับการวิจารณ์จากขั้นก่อนหน้าให้นักเรียนได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อน หากไม่แก้ไขเขียนเหตุผลว่าทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำและส่งรายงานที่แก้ไขแล้ว

5. การวัดและประเมินผล

ความรู้

ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
รายงานการโต้แย้ง	ตรวจจากการเขียนคำตอบที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง พันธุวิศวกรรม ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา	แบบประเมินรายงานการโต้แย้ง	ผ่านเกณฑ์ 70% ขึ้นไป	ผู้สอนและเพื่อนนักเรียน

ทักษะ/กระบวนการ

ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
รายงานการโต้แย้ง	สังเกตการณ์ใช้ทักษะสืบเสาะหาความรู้ระหว่างทำกิจกรรมได้แก่ การสืบค้น การสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายและการสรุป	แบบประเมินรายงานการโต้แย้ง	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี	ผู้สอน

ด้านจิตพิสัย

ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
พฤติกรรม ในชั้นเรียน	สังเกตจากพฤติกรรม ภายในชั้นเรียน เช่น กระตือรือร้น ความ รับผิดชอบ การทำงาน แบบร่วมมือ การแสดง ความเห็นและรับฟังผู้อื่น	แบบประเมิน พฤติกรรม ในชั้นเรียน	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี	ผู้สอน

ความสามารถในการให้เหตุผล

ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
รายงานการโต้แย้ง	ตรวจจากการเขียน ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการสรุป	แบบประเมิน การให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี	ผู้สอน

6. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

6.1 วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ปากกาหมึก สมุดจดบันทึก ดินสอ สมาร์ทโฟน

6.2 เอกสารประกอบการเรียนรู้

6.2.1 หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 หน้า 93-121 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

6.2.2 รายงานผลการตรวจสอบ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและพันธุวิศวกรรม 1 เล่ม/นักเรียน 1 คน

6.2.3 ใบกิจกรรมเรื่อง พันธุวิศวกรรม 1 ชุด/นักเรียน 1 คน

7. บันทึกหลังการสอน

7.1 ผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

7.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

.....

.....

7.3 แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายทศพล สุวรรณพุด)

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์

เพื่อจะได้นำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ นำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เพื่อนำไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม เวลา 4 ชั่วโมง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสมกับเนื้อหา						
1.2 ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับผลการเรียนรู้						
1.3 ความครบถ้วนของสาระสำคัญ						
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 เขียนเป็นข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย						
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมผลการเรียนรู้						
2.3 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และสมรรถนะตามหลักสูตร						
2.5 สามารถวัดผลและประเมินผลได้						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. ด้านสาระสำคัญ						
3.1 มีความถูกต้อง						
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย						
3.3 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
4. ด้านหลักฐานการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5						
4.3 ภาระงาน/ชิ้นงานเหมาะสมกับสาระสำคัญ						
4.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน						
5. ด้านการวัดผลประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผลประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้						
5.4 แบบวัดผลประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์						
5.5 เกณฑ์การวัดผลประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์						
6. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับนวัตกรรมในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์						
ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ จุดประสงค์: สร้างคำถามนำ เพื่อส่งเสริมคาดคะเนคำตอบที่ใช้เป็นแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ						
ขั้นที่ 2 การสร้างข้อมูลและหลักฐาน จุดประสงค์: ส่งเสริม การคิด การวางแผน วางขั้นตอน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ส่งเสริมการเลือกแหล่งข้อมูลและการได้มาของข้อมูลว่าวิธีการที่เลือกทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการหรือไม่						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น จุดประสงค์: เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ และการสร้างข้อโต้แย้ง						
ขั้นที่ 4 การสร้างการโต้แย้ง จุดประสงค์: ส่งเสริมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์						
ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ จุดประสงค์: ส่งเสริมการเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐาน กับคำตอบ หรือข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระ						
ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานการโต้แย้ง จุดประสงค์: สนับสนุนทักษะการเขียนการรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อเป็นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิด และแสดงออกมาในรูปของการเขียน						
ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน จุดประสงค์: ส่งเสริมการประเมินข้อมูล และการวิจารณ์ข้อมูลที่ ทำให้เกิดการพัฒนา และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงผลงาน						
ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน จุดประสงค์: ส่งเสริมการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อผิดพลาดและพัฒนาชิ้นงานให้มีคุณภาพมากขึ้น						
6.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์						
6.3 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5						
6.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้						
7. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
7.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้						
7.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้						
7.3 มีความยาก ง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5						
7.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
7.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้						
8. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้						
8.2 กระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน						
8.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
8.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัย และความสามารถของผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5						
8.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์						

ข้อเสนอแนะด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ครู: คือ ครูระบุเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่จะทำให้สืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่จะต้องทำการสืบเสาะของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ และช่วยสนับสนุนให้นักเรียนสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบ

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ผู้เรียน: นักเรียนสร้างคำถามนำการสำรวจตรวจสอบ (ข้อกล่าวอ้าง) จากสถานการณ์ที่ครูกำหนด

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ครู: ครูแบ่งนักเรียนกลุ่ม 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดวางแผน วางขั้นตอน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยครูจะคอยสนับสนุนในการจัดหาแหล่งเรียนรู้ในการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ผู้เรียน: ผู้เรียนระบุวิธีการในการสืบค้นข้อมูล แหล่งข้อมูล เพื่อหาข้อมูลที่จะใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งขั้นต้น

ครู: ครูให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ผู้เรียน: นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา เพื่อตอบคำถามสำคัญ และนำมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การโต้แย้ง

ครู: ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐานของกลุ่มที่นำเสนอ

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ผู้เรียน: นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้นของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อนกลุ่มอื่นในห้องเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าว การให้เหตุผล หลักฐานของกลุ่มที่นำเสนอ

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 การอภิปรายและสะท้อนผล

ครูและนักเรียน: ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียนโดยเชื่อมโยงกับผล การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงการเชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ นักเรียน พุดถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกันกับนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนา วิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 เขียนรายงานการโต้แย้ง

ครู: ครูได้สนับสนุนให้นักเรียนรายบุคคลได้เขียนการรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ 1) อะไรคือสิ่งที่คุณกำลังจะทำ และทำไมถึงอยากจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำสิ่งใดลงไปแล้วบ้าง 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำและคำอธิบายคำกล่าวอ้างของคุณ 4) สิ่งที่ควรปรับปรุงพัฒนา

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

นักเรียน: นักเรียนรายบุคคลเขียนการแสดงผลการสำรวจตรวจสอบ โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ 1) อะไรคือ สิ่งที่คุณกำลังจะทำ และทำไมถึงอยากจะทำ 2) คุณได้ลงมือทำสิ่งใดลงไปแล้วบ้าง 3) ผลของสิ่งที่คุณได้ลงมือทำและคำอธิบายคำกล่าวอ้างของคุณ 4) สิ่งที่คุณควรปรับปรุงพัฒนา

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 7 การวิจารณ์โดยเพื่อน

ครู: ครูให้นักเรียน แต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน ซึ่งรายงานนั้นต้องไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มเดียวกันหรือของตนเอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกกลับให้นักเรียน พร้อมกับแจกเอกสาร การตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review Sheet) ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมิน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้น ให้นักเรียนลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ผู้เรียน: นักเรียน แต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมิน และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นนักเรียนลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับแจก

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขั้นที่ 8 ทบทวนแก้ไขและส่งรายงาน

ครู: ครูให้นักเรียน แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับครูซึ่งจะเป็นผู้ประเมินรายงานคนสุดท้าย

จุดเด่น.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ผู้เรียน: นักเรียน แก้วไข่ ปรับปรุงรายงานผลสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมิน
ที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นส่งรายงานให้กับครู

จุดเด่น.....

.....

.....

จุดด้อย.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

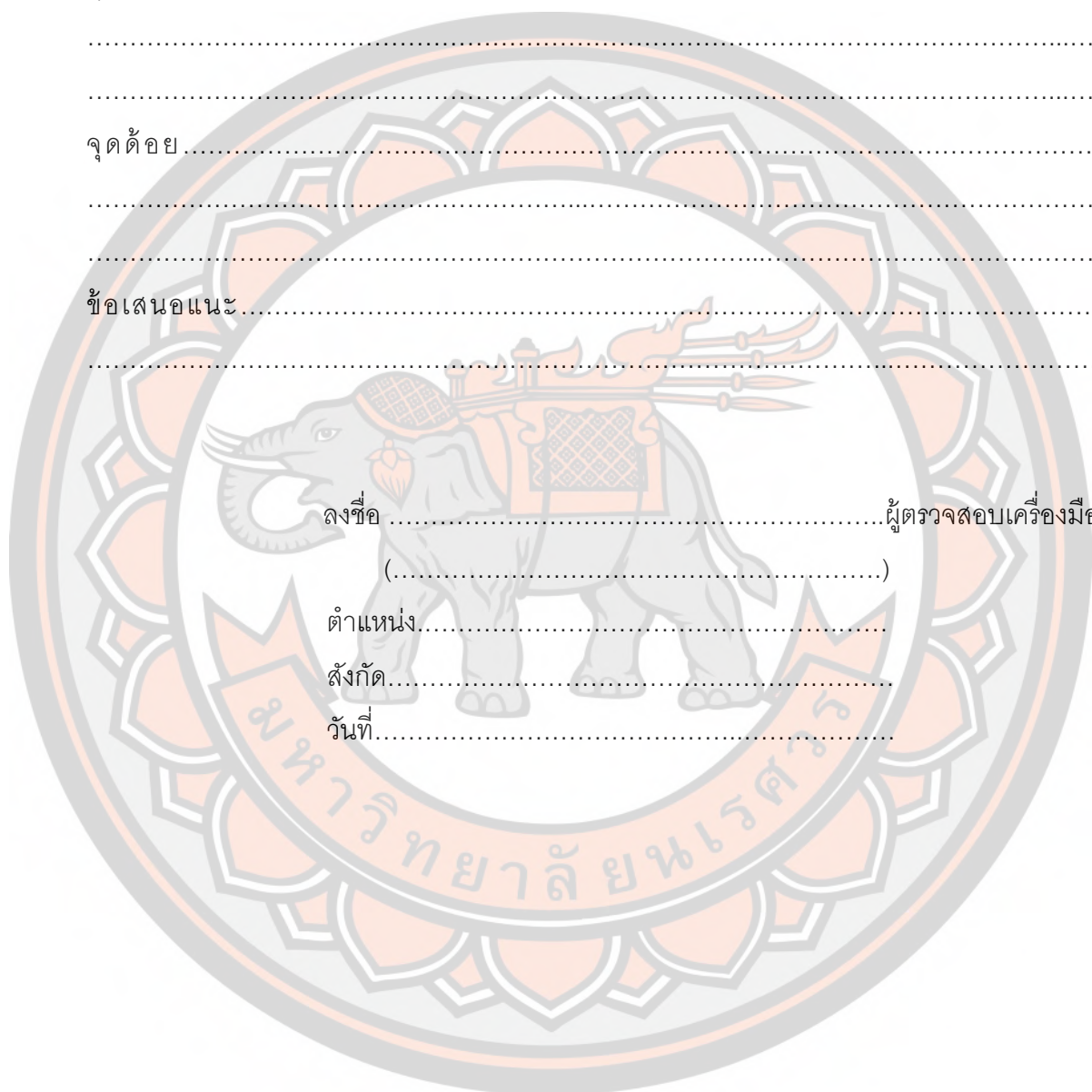
ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบเครื่องมือ

(.....)

ตำแหน่ง.....

สังกัด.....

วันที่.....



พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน/ขัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การสร้างข้อมูลและหลักฐาน

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดประเด็นการสำรวจตรวจสอบข้อมูล ขั้นตอนการสำรวจ ตรวจสอบ ด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงข้อมูลที่ต้องการจะเก็บเพื่อนำมาตอบคำถามนำ เมื่อครูตรวจ ความสมบูรณ์ของผลการออกแบบแต่ละกลุ่มแล้วให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ

พฤติกรรมของผู้สอนในชั้นเรียน (ควบคุมนักเรียน ลำดับขั้นตอนการสอน)

พฤติกรรมที่ควรปรับแก้เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้

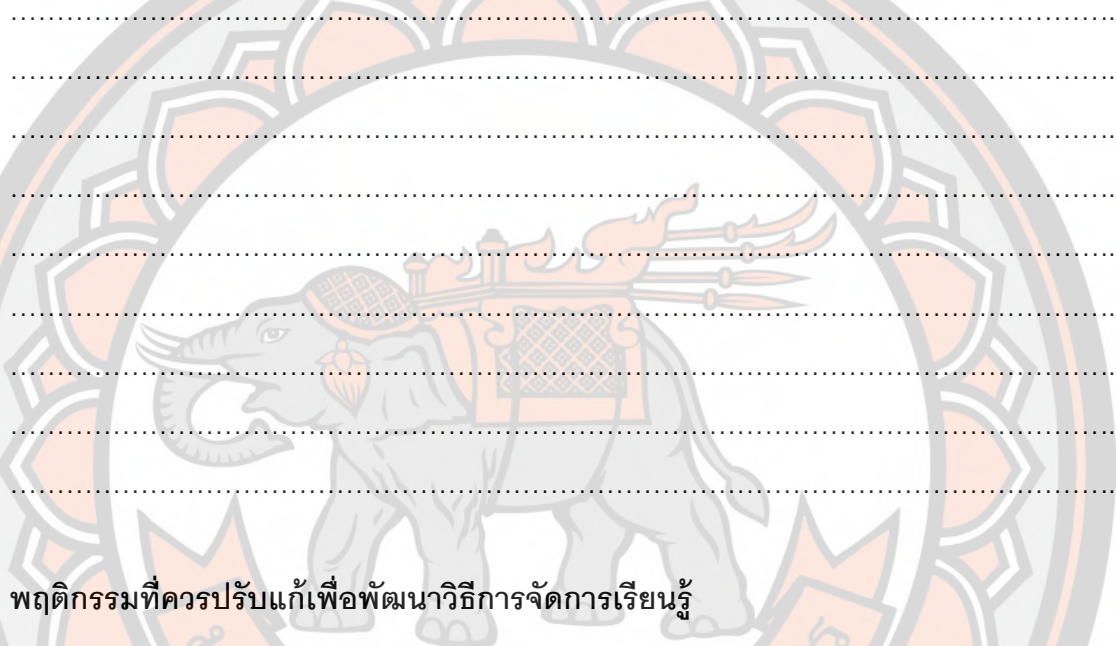


พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ชัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น

ครูให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยใช้ข้อมูลและหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบในขั้นที่ 2 และ เรียกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนนี้ว่า “ข้อโต้แย้งขั้นต้น”

พฤติกรรมของผู้สอนในชั้นเรียน (ควบคุมนักเรียน ลำดับขั้นตอนการสอน)



พฤติกรรมที่ควรปรับแก้เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ชัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ขัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 อภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

ครูอธิบายมโนทัศน์หลักของเรื่องที่เรียนโดยเชื่อมโยงกับผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน รวมไปถึงอธิบายมโนทัศน์เชื่อมโยงและแก้ไขมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนที่นักเรียนกล่าวถึงในขั้นที่ 4 และอภิปรายเชิงสะท้อนร่วมกับนักเรียนโดยมีจุดประสงค์ให้เกิดการพัฒนาขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกล่าวถึงข้อเสียและข้อดีของการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

พฤติกรรมของผู้สอนในชั้นเรียน (ควบคุมนักเรียน ลำดับขั้นตอนการสอน)

พฤติกรรมที่ควรปรับแก้เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ขัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ขัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ชัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายการ

ครูคืนรายงานที่ได้รับการวิจารณ์จากชั้นที่ 7 และให้นักเรียนแก้ไขตามคำแนะนำจาก
ผู้วิจารณ์ หากไม่แก้ไขให้เหตุผลว่าทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำ และส่งรายงานที่แก้ไขให้กับ
ครูผู้สอน

พฤติกรรมของผู้สอนในชั้นเรียน (ความค่อนักเรียน ลำดับขั้นตอนการสอน)

พฤติกรรมที่ควรปรับแก้เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้



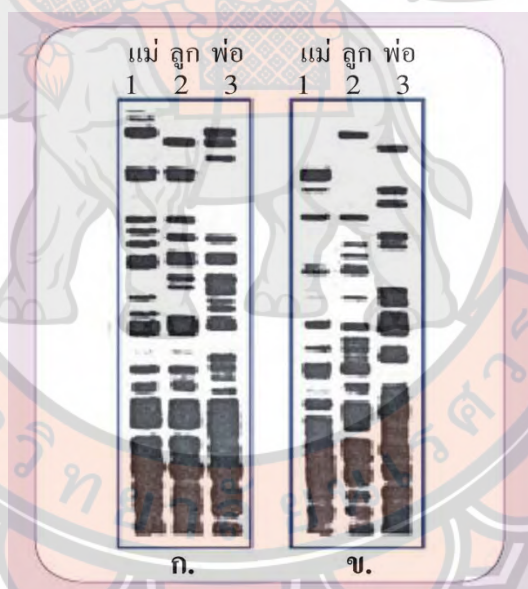
พฤติกรรมของผู้สอน ที่สนับสนุน / ชัดขวาง การพัฒนาการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมของผู้เรียน ที่ตอบสนอง	แนวทางการแก้ไข/พัฒนา วิธีการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง DNA
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง DNA

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

1.1 จากลายพิมพ์ DNA นักเรียนคิดว่าการคาดคะเนคำตอบของข้อใดจะน่าจะเหมาะสมที่สุดที่จะบอกได้ว่าภาพจากคนในครอบครัว ก หรือ ข ที่มีความสัมพันธ์กันแบบ **ครอบครัวที่แท้จริง** ถึงแม้จะยังไม่ได้รับการยืนยันจากแพทย์



ก. ครอบครัว ก เพราะ ถ้าลูกได้รับสารพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ชิ้นส่วนของขนาดของ DNA ลูกจะต้องเหมือนกับพ่อหรือแม่เสมอ

ข. ครอบครัว ก เพราะ ถ้าลูกมี DNA เหมือนพ่อหรือแม่เกิน 50% ถือว่าเป็นลูกแท้ๆ เสมอ

ค. ครอบครัว ข เพราะ ถ้าลูกได้รับสารพันธุกรรมมาจากพ่อและแม่ ชิ้นส่วนของขนาดของ DNA ลูกจะต้องเหมือนกับพ่อหรือแม่เสมอ

ง. ครอบครัว ข ถ้าลูกมี DNA เหมือนพ่อหรือแม่เกิน 50% ถือว่าเป็นลูกแท้ๆ เสมอ

1.2 จากข้อ 1.1 เพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น

2.1 หอยเชลล์แช่แข็งส่วนมากที่วางขายตัดมาเฉพาะส่วนกล้ามเนื้อยึดเปลือก หอยเชลล์ป๊อปปี้ A B C และ D มีกล้ามเนื้อยึดเปลือกที่คล้ายกันมากจนไม่สามารถแยกได้โดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ทำให้บางครั้งมีการนำป๊อปปี้ B C และ D ซึ่งราคาถูกกว่ามาขายปนกับป๊อปปี้ A ที่มีราคาแพง บริษัทที่ทำธุรกิจนำเข้าและส่งออกอาหารทะเลจึงมีการสุ่มตรวจหอยเชลล์แช่แข็งที่วางขายและติดป้ายบอกว่าเป็นป๊อปปี้ A ซึ่งผลิตจาก 3 โรงงาน คือ X Y และ Z จากร้านค้าต่างๆ แล้วนำไปวิเคราะห์ DNA หากนักเรียนต้องเป็นผู้ตรวจสอบป๊อปปี้ของหอยเชลล์นี้ นักเรียนจะเลือกใช้เทคนิคกระบวนการใดบ้าง



หอยเชลล์แบบมีเปลือก



กล้ามเนื้อยึดเปลือกของหอยเชลล์

- ก. การใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะเพื่อตัดชิ้นส่วนของยีนที่ต้องการศึกษา
- ข. การโคลนยีนเพื่อให้ได้ยีนที่ต้องการในจำนวนมาก
- ค. การวิเคราะห์ DNA โดยใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม
- ง. การศึกษาหน้าที่ของยีนโดยการชักนำให้เกิดการกลาย

2.2 จากข้อ 2.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

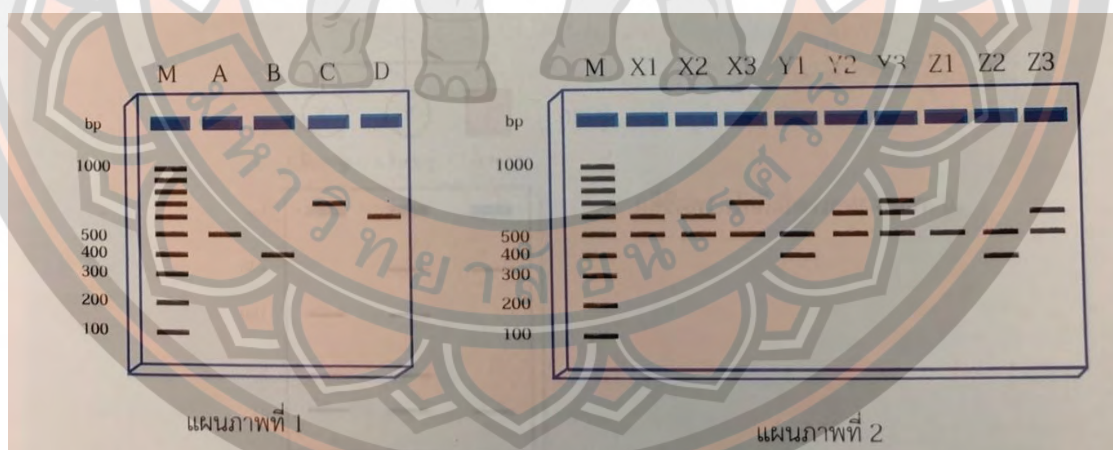
.....

.....

.....

.....

3.1 จากเหตุการณ์ที่มีการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์หนึ่งมีเนื้อสัตว์ชนิดใดผสมอยู่บ้าง ซึ่งมีขนาดดีเอ็นเอของสัตว์ 4 ชนิดที่ทราบขนาดอยู่แล้ว A B C และ D โดยผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อ คือ X Y และ Z ยี่ห้อละ 3 ตัวอย่าง นักเรียนคิดว่า จากหลักฐานที่ปรากฏในภาพ ผลการตรวจสอบครั้งนี้ควรเป็นอย่างไร



- ก. ผลิตภัณฑ์ทุกยี่ห้อ มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ ผลิตภัณฑ์ละ 3 ชนิด ยกเว้นยี่ห้อ Y
- ข. ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ในทุกๆ ตัวอย่างมีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่ 3 ชนิด
- ค. ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Y มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่น้อยชนิดที่สุด และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ X มีเนื้อสัตว์ปะปนหลายชนิดมากที่สุด
- ง. ผลิตภัณฑ์ชนิด X มีเนื้อสัตว์ปะปนอยู่น้อยชนิดที่สุด และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ Y มีเนื้อสัตว์ปะปนหลายชนิดมากที่สุด

3.2 จากข้อ 3.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

4.1 ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวหน้าที่มีการโฆษณาว่า มีส่วนประกอบของชิ้นส่วน DNA ซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถซึมเข้าสู่เซลล์ และสามารถทำให้เซลล์ซ่อมแซม DNA ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ออกมาชี้แจงว่า ความเป็นไปได้ที่ DNA ที่ผสมอยู่ในครีมจะสามารถทำได้ตามที่กล่าวอ้างเอาไว้ในโฆษณานั้นมีโอกาสต่ำมาก นักเรียนคิดว่า เหตุผลในข้อใดเป็นเหตุผลที่ถูกต้องและสามารถใช้เป็นหลักฐานในการชี้แจงของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด



ก. DNA เป็นสารโมเลกุลใหญ่ และมีสมบัติเป็นสารไม่มีชีวิต ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อเข้าสู่นิวเคลียสและไปยังโครโมโซมได้

ข. ถึงแม้ DNA ที่ถูกใส่เข้าไปอาจจะผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ แต่เซลล์มีกลไกในการทำลาย DNA แปลกปลอมและจะทำลาย DNA เดิมด้วย

ค. DNA ที่ถูกใส่เข้าไปจะไม่ถูกทำลายโดยกลไกภายในเซลล์ แต่เฉพาะ DNA ไม่สามารถที่จะซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ทุกจุด

ง. ถึงแม้ DNA ที่ถูกใส่เข้าไปจะสามารถซ่อมแซม DNA ของเซลล์ได้ แต่ก็ไม่สามารถกำหนดจุดหรือบริเวณจำเพาะในการซ่อมแซมได้ เพราะไม่ได้ใส่เอนไซม์ที่ช่วยสร้างดีเอ็นเอสายผสมไปด้วย

4.2 จากข้อ 4.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

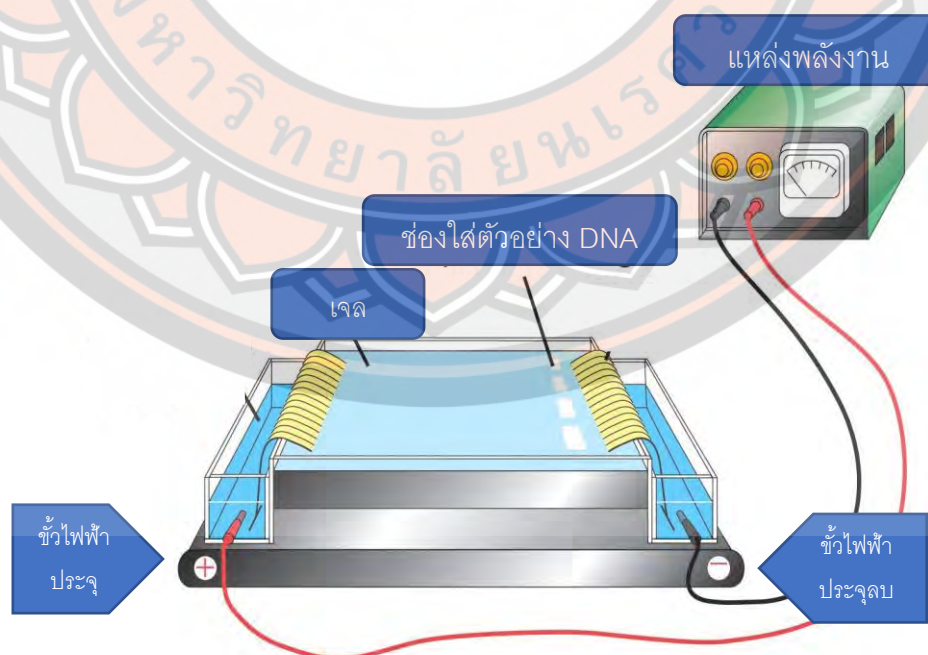
.....

.....

.....

.....

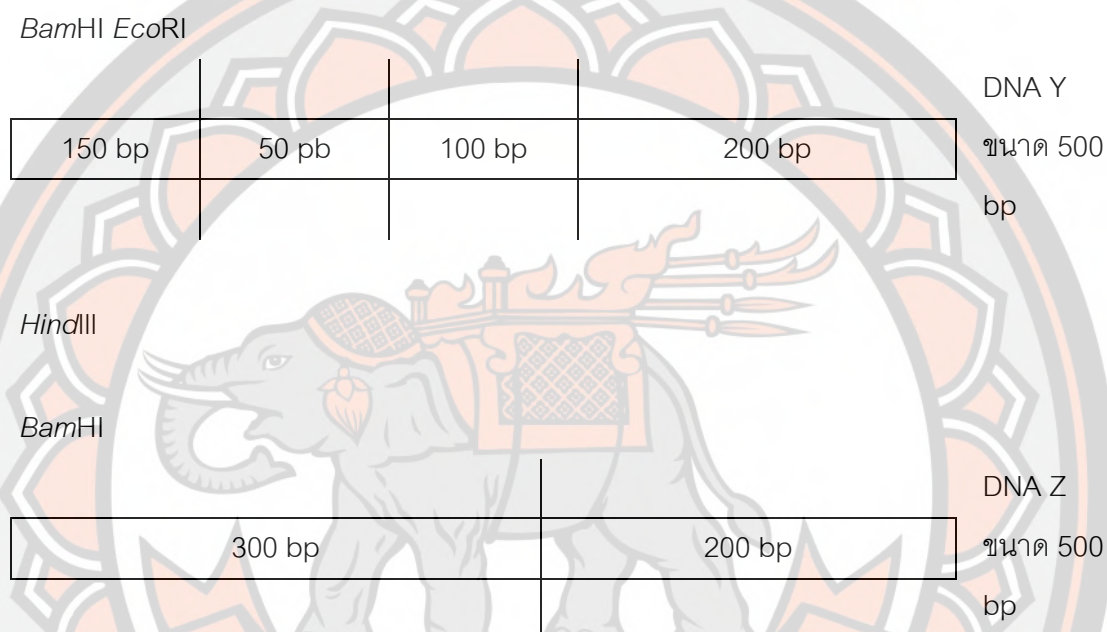
5.1 การที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส คือ กระบวนการแยกขนาดของ ชิ้นส่วน DNA บนสนามไฟฟ้าที่มีขั้วลบและขั้วบวกอยู่คนละฝั่งของกระบะใส่เจลที่เป็นตัวกลางซึ่งชิ้นส่วนของ DNA จะเคลื่อนที่ไปบนเจลได้ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดค้นซึ่งวิธีการนี้นักเรียนคิดว่า ได้มาจากความรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์ในเรื่องใดมากที่สุด



ง. พันธะไฮโดรเจนและพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์สามารถขัดตัวแน่นขึ้นได้ในสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดขนาด DNA ที่แตกต่างกัน

5.2 จากข้อ 5.1 เพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น

6.1 กำหนดให้ในหลอดทดลอง 4 หลอด แต่ละหลอดมี DNA 2 ชิ้นคือ DNA Y และ DNA Z โดยที่ DNA Y และ DNA Z มีขนาดเท่ากันที่ 500 คู่เบส (bp) ถ้า DNA Y มีตำแหน่งตัดจำเพาะ โดยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 3 ชนิด และ DNA Y มีตำแหน่ง ตัดจำเพาะ โดยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 1 ชนิด ดังแสดงในภาพ

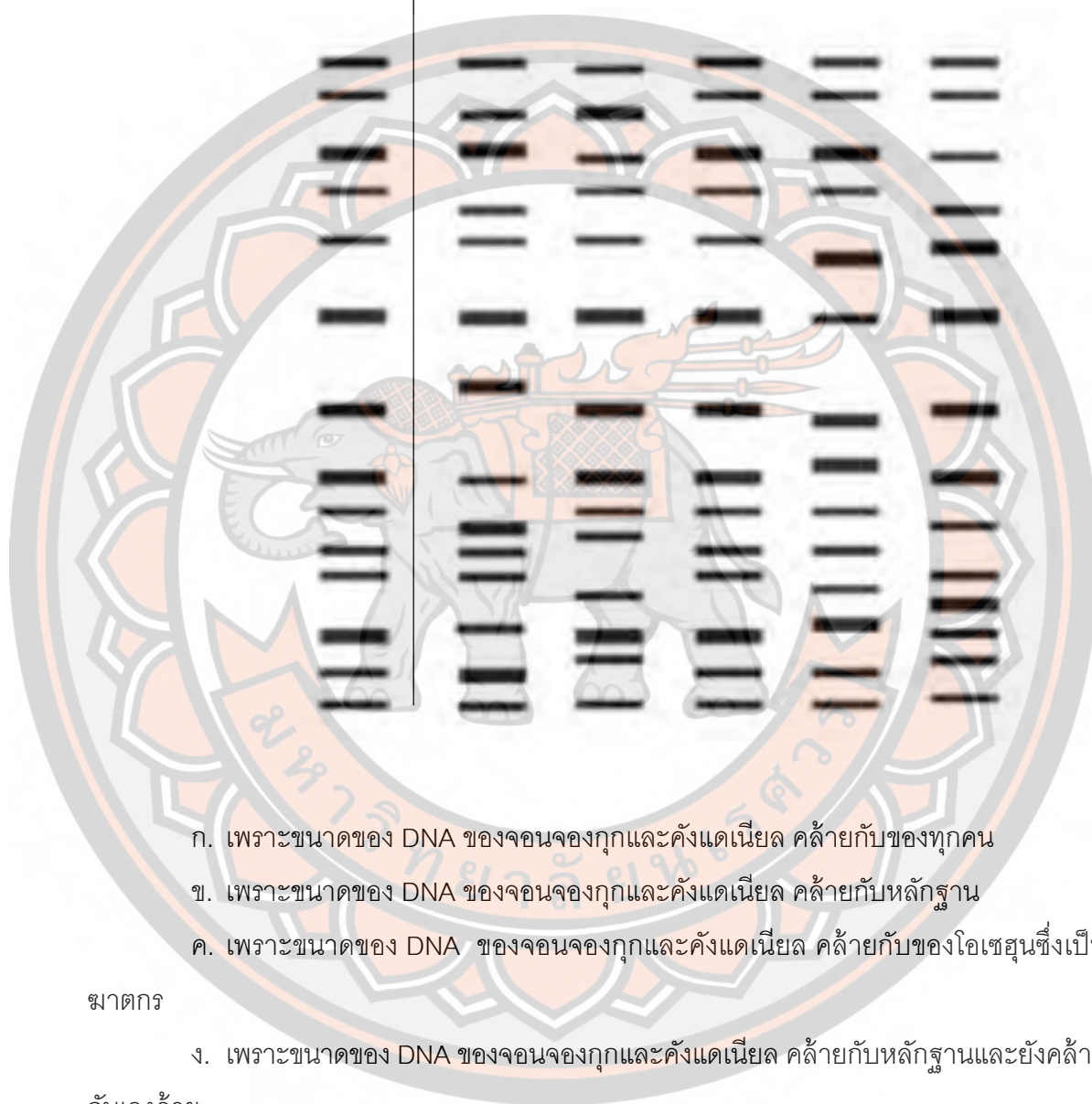


และแสดงแถบ DNA ที่ปรากฏในเจลเมื่อผ่านการแยก โดยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรีซิสของชิ้น DNA ในหลอดทดลอง หมายเลข X เป็นดังนี้

ขนาด DNA	DNA มาตรฐาน	หลอดทดลอง ที่ X
500 bp		
250 bp		
50 bp		

ผู้ต้องหาคดีฆ่าข่มขืน

หลักฐาน | มาร์ค ตัวน จอน จองกุก โอ เซฮุน คัง แดเนียล ไค ความลิน



- ก. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจองกุกและคังแดเนียล คล้ายกับของทุกคน
- ข. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจองกุกและคังแดเนียล คล้ายกับหลักฐาน
- ค. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจองกุกและคังแดเนียล คล้ายกับของโอเซฮุนซึ่งเป็น

ฆาตกร

- ง. เพราะขนาดของ DNA ของจอนจองกุกและคังแดเนียล คล้ายกับหลักฐานและยังคล้ายกันเองด้วย

7.2 จากข้อ 7.1 เพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

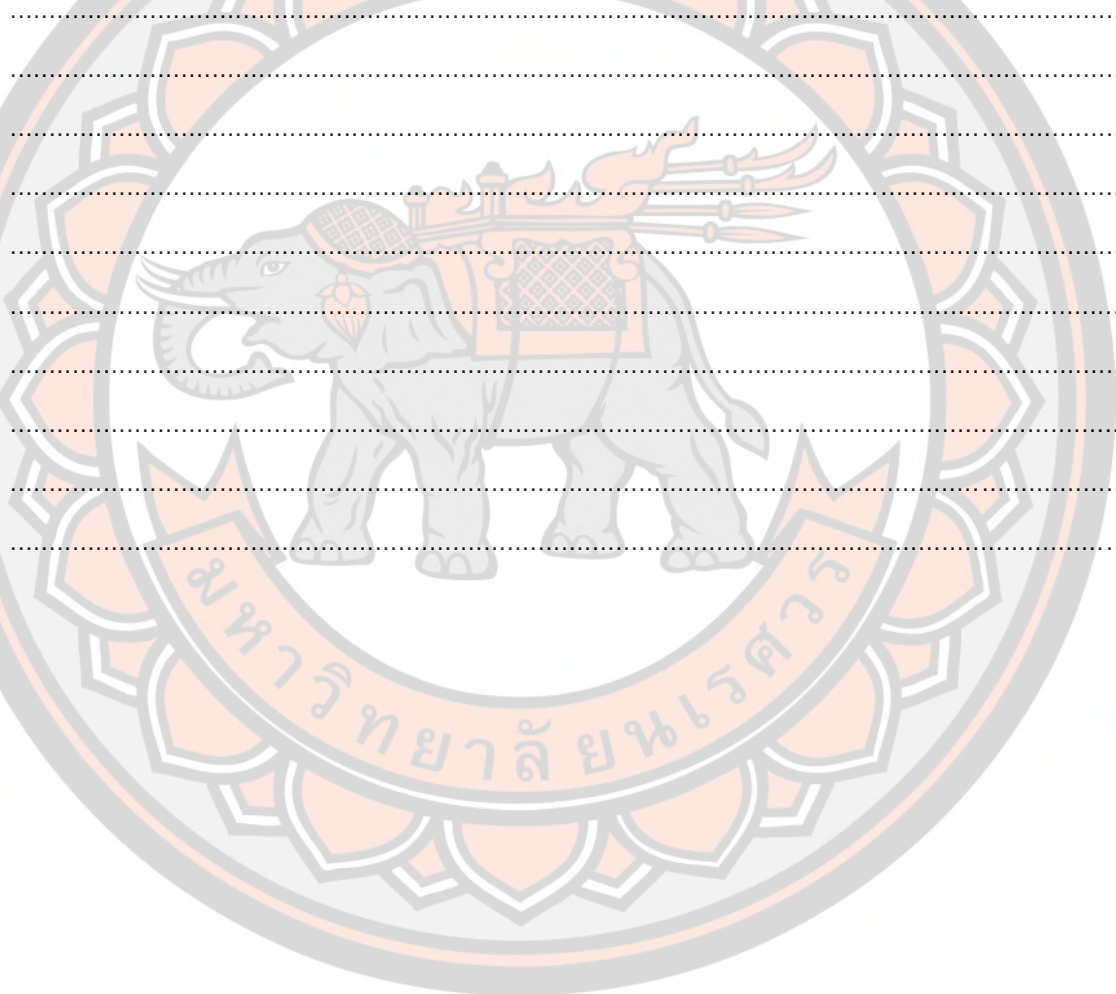
.....

8.1 ปลาหมาลายเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวใส ด้านข้างลำตัวมีลายเป็นแถบ ซึ่งนิยมใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับพันธุกรรมและการพัฒนาของตัวอ่อน ซึ่งจากข่าวที่ว่าบริษัทเอกชนสามารถทำให้ปลาหมาลายสามารถเรืองแสงสีเขียวได้เหมือนแมงกระพรุน หรือสีแดงได้เหมือนดอกไม้ทะเลแต่ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลของวิธีการได้ นักเรียนคิดว่า นักวิจัยของบริษัทเอกชนแห่งนี้จะมีวิธีการอย่างไรในการทำให้ปลาหมาลายเรืองแสง



- ก. ให้ปลาม้าลายกินอาหารที่มีดอกไม้ทะเลเป็นส่วนผสม
- ข. ให้ปลาม้าลายผสมพันธุ์กับแมงกะพรุน
- ค. ชักน้ำให้เกิดการกลายพันธุ์ของปลาม้าลายในสภาพแวดล้อมที่แมงกะพรุนอาศัยอยู่
- ง. ย้ายถิ่นของแมงกะพรุนหรือดอกไม้ทะเลที่ทำให้เกิดการเรืองแสงไปในปลาม้าลาย

8.2 จากข้อ 8.1 เพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น



**ตัวอย่างแบบประเมินแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง DNA
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(ผู้เชี่ยวชาญ)**

แบบประเมินแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อนำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงใบกิจกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA (พันธุวิศวกรรม, การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อยที่สุด

สมรรถนะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อคำถามของแบบวัด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์ หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือ คาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบ คำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอได้	ข้อที่ 1.1 คำถาม: จากลายพิมพ์ DNA นักเรียนคิดว่า การคาดคะเนคำตอบของข้อใดจะน่าจะเหมาะสม ที่สุดที่จะบ่งบอกว่าภาพจากคนในครอบครัว ก หรือ ข ที่มีความสัมพันธ์กับแบบครอบครัวที่แท้จริง ถึงแม้ จะยังยังไม่ได้รับการยืนยันจากแพทย์						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ
	ข้อ 8.1 คำถาม: ปลาหมึกกลายเป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวใส ด้านข้างลำตัวมีลายเป็นแถบ ซึ่งนิยมใช้ในงานวิจัย เกี่ยวกับพันธุกรรมและการพัฒนาของตัวอ่อน ซึ่งจากข่าวที่ว่าบริษัทเอกชนสามารถทำให้ปลาหมึก ใสสามารถเรืองแสงสีเขียวได้เหมือนแมงกะพรุน หรือสีแดงได้เหมือนดอกไม้ทะเลแต่ไม่สามารถ เปิดเผยข้อมูลของวิธีการได้ นักเรียนคิดว่า นักวิจัย ของบริษัทเอกชนแห่งนี้ น่าจะมีวิธีการอย่างไร ในการทำให้ปลาหมึกเรืองแสง						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ

สมรรถนะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อคำถามของแบบวัด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	ข้อที่ 5.1 คำถาม: การที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส คือกระบวนการแยกขนาดของ ชิ้นส่วน DNA บนสนามไฟฟ้าที่มีขั้วลบและขั้วบวกอยู่คนละฝั่งของกระบอกใสเจลที่เป็นตัวกลาง ซึ่งชิ้นส่วนของ DNA จะเคลื่อนที่ไปบนเจลได้ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถคิดค้นซึ่งวิธีการนี้นักเรียนคิดว่าได้มาจากความรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์ในเรื่องใดมากที่สุด						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการสำรวจตรวจสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้นโดยอาศัยการพยากรณ์อนาคตเพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือ	ข้อ 4.1 คำถาม: ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวหน้าที่มีการโฆษณาว่า มีส่วนประกอบของชิ้นส่วน DNA ซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถซึมเข้าสู่เซลล์ และสามารถทำให้เซลล์ซ่อมแซม DNA ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ออกมาชี้แจงว่า ความเป็นไปได้ที่ DNA ที่ผสมอยู่ในครีมจะสามารถทำได้ตามที่กล่าวอ้างเอาไว้ในโฆษณานั้นมีโอกาสต่ำมาก นักเรียนคิดว่า เหตุผลในข้อใดเป็นเหตุผลที่ถูกต้องและสามารถใช้เป็นหลักฐานในการชี้แจงของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ

สมรรถนะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อคำถามของแบบวัด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	ข้อ 7.1 คำถาม: ลายพิมพ์ DNA ของผู้ต้องสงสัยจากหลักฐานที่พบในที่เกิดเหตุในคดีฆ่าข่มขืนเป็นดังภาพด้านล่างได้ชี้แจงว่าจากผลตรวจลายพิมพ์ DNA นี้ทางตำรวจทราบแล้วว่าคนร้าย คือใครแต่ยังไม่สามารถหาตัวเจอ แต่ตำรวจจะทำการหาตัวผู้ต้องสงสัยชื่อ จอนจองกุก และคังแดเนียล ด้วย เนื่องจากมีความเป็นไปได้สูงที่ทั้งสองคนนี้จะมีความเกี่ยวข้องทางสายเลือดกับฆาตรกรเพื่อค้นหาเบาะแสต่อไปจากการแถลงการณ์ของตำรวจนักเรียนคิดว่าอะไรคือเหตุสำคัญที่ทำให้ตำรวจคิดเช่นนั้น						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือนักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้	ข้อที่ 3.1 คำถาม: จากเหตุการณ์ที่มีการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์หนึ่งมีเนื้อสัตว์ชนิดใดอยู่บ้างโดยมีขนาดดีเอ็นเอที่ทราบขนาดอยู่แล้ว A B C และ D และผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดคือ X Y และ Z ชนิดละ 3 ตัวอย่าง นักเรียนคิดว่า ผลการตรวจสอบครั้งนี้ควรเป็นอย่างไร						ข้อดี/ข้อเสีย/ข้อเสนอแนะ



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล

ทศพล สุวรรณพุด

วัน เดือน ปี เกิด

6 ธันวาคม 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน

118/6 ตำบลหนองผ้าย อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี 71210

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560

วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

