



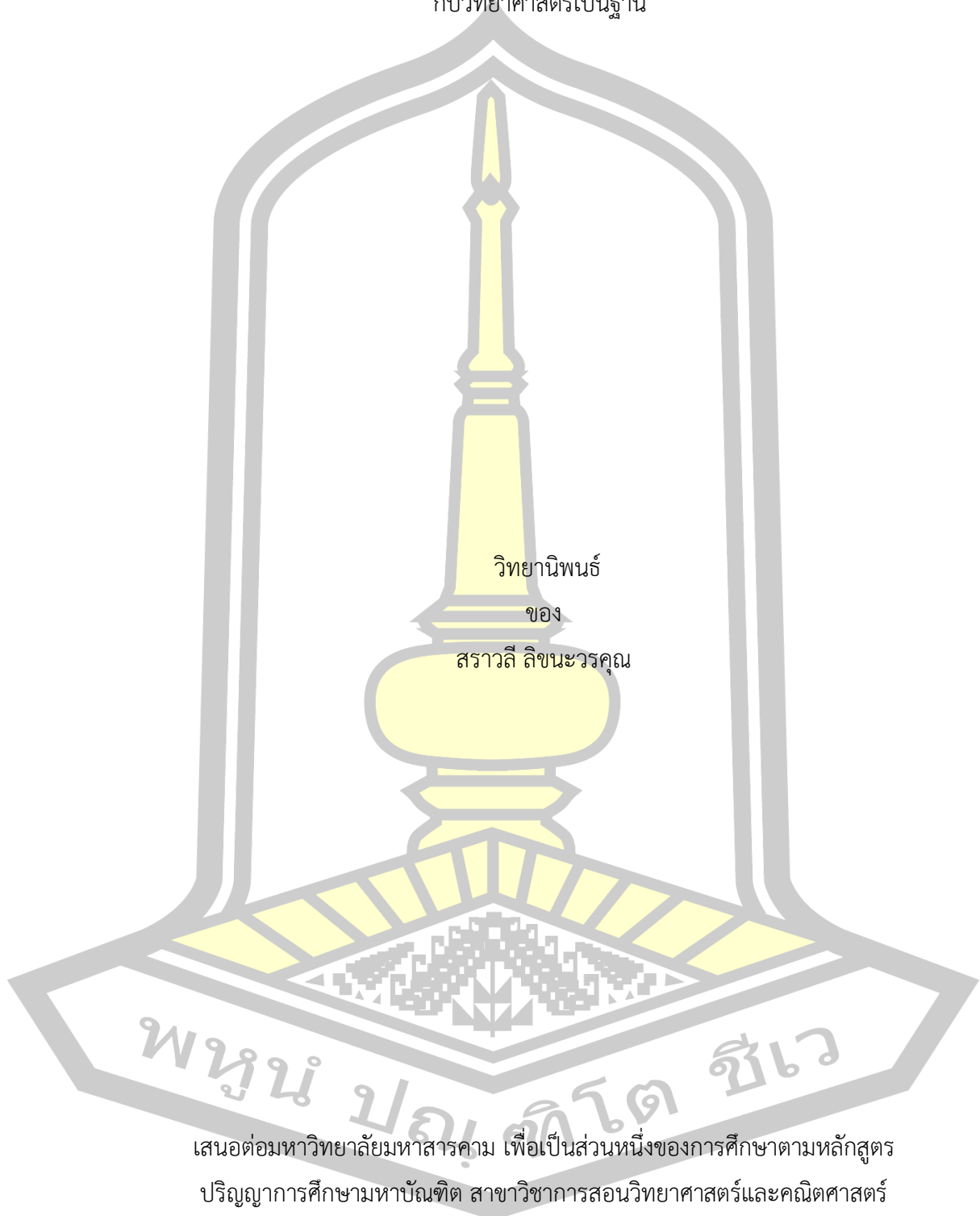
การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง
กับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

วิทยานิพนธ์
ของ
สรวลี ลิขณวรคุณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง
กับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน



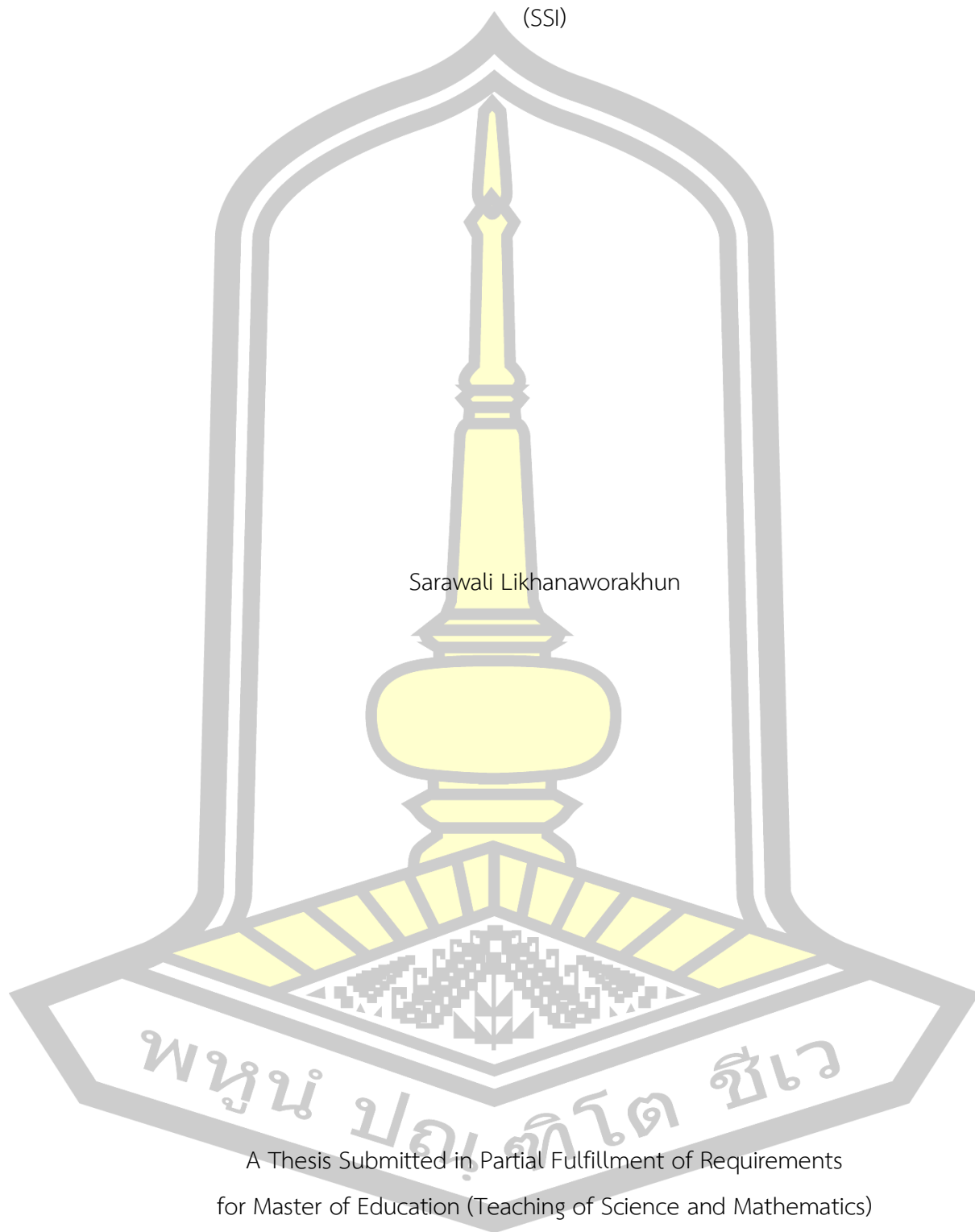
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Reasonable Argumentation Skill by Using Socio-Scientific Issue
(SSI)

Sarawali Likhanaworakhun



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

December 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวสราวลี ลิขชนะวร
คุณ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. สุมาลี ชุกกำแพง)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ปิยะธิดา ปัญญา)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชุกกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน		
ผู้วิจัย	สราวลี ลิขนะวรคุณ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชุกกำแพง		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

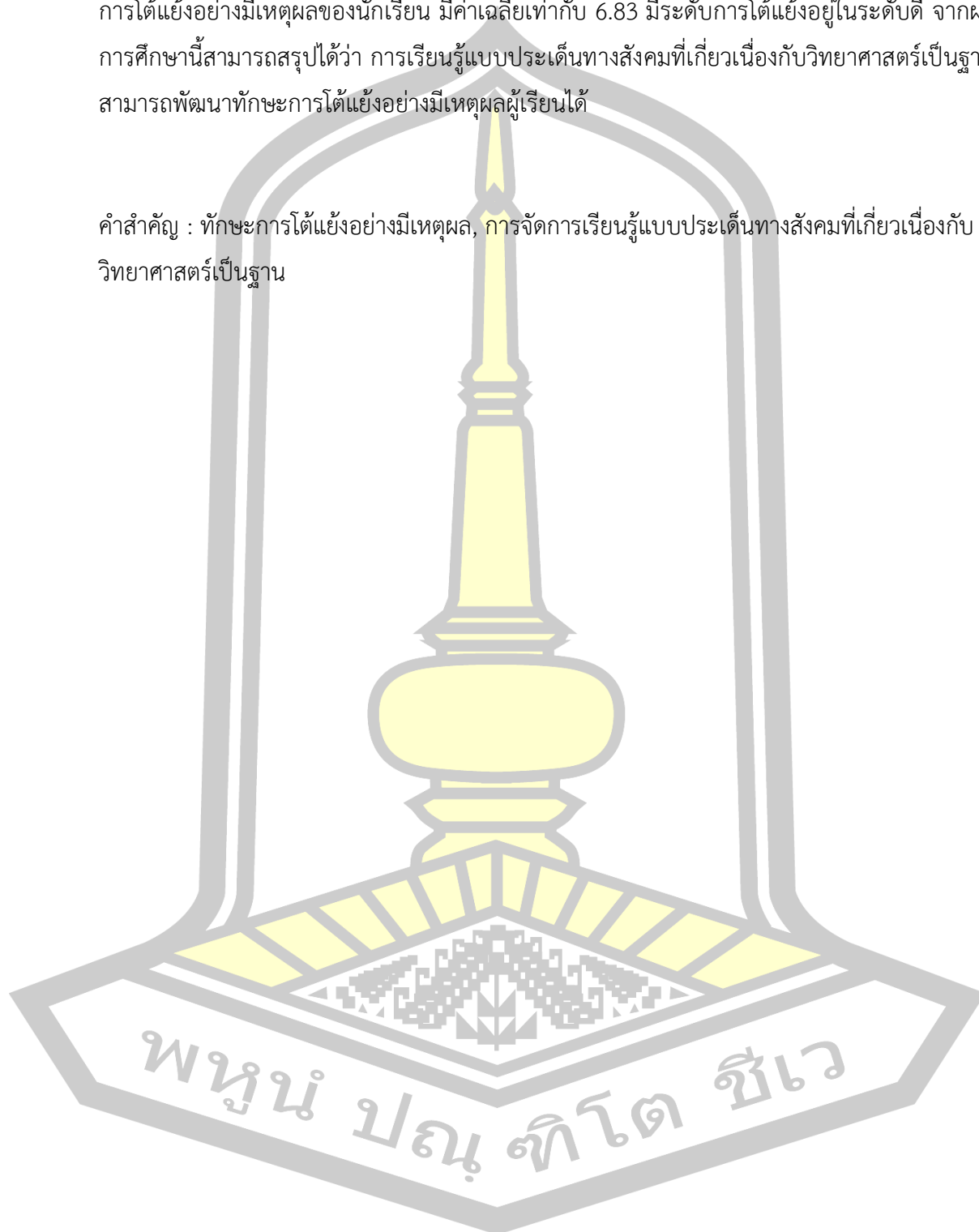
บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผน วงจรปฏิบัติการที่ 1 มี 4 แผน และวงจรปฏิบัติการที่ 2 มี 5 แผน ระยะเวลาในการวิจัยจำนวน 13 ชั่วโมง 2) แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ จำนวน 6 สถานการณ์ 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การวัดระดับเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับดี และระดับดีมาก มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.8 - 1.00 3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และ 4) แบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบพื้นฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 16 คน โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนมีปัญหาในการเข้าใจเนื้อหาที่เรียน หรือเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากที่ศึกษา และเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมที่ค่อนข้างจำกัดทำให้บางกิจกรรมที่ทำ ไม่ทันเวลาบ้าง ผู้เรียนยังไม่สามารถบอกเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างได้มากกว่า 1 เหตุผล ด้วยเหตุนี้จึงจัดการเรียนการสอนโดยนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผ่านทางสื่อวีดิทัศน์ หรือการแสดงบทบาทสมมุติ การโต้วาที และสามารถหาความรู้ได้จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 22 คน โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลผู้เรียนได้

คำสำคัญ : ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล, การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน



TITLE	The Development of Reasonable Argumentation Skill by Using Socio-Scientific Issue (SSI)		
AUTHOR	Sarawali Likhanaworakhun		
ADVISORS	Assistant Professor Sumalee Chookhampaeng , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2023

ABSTRACT

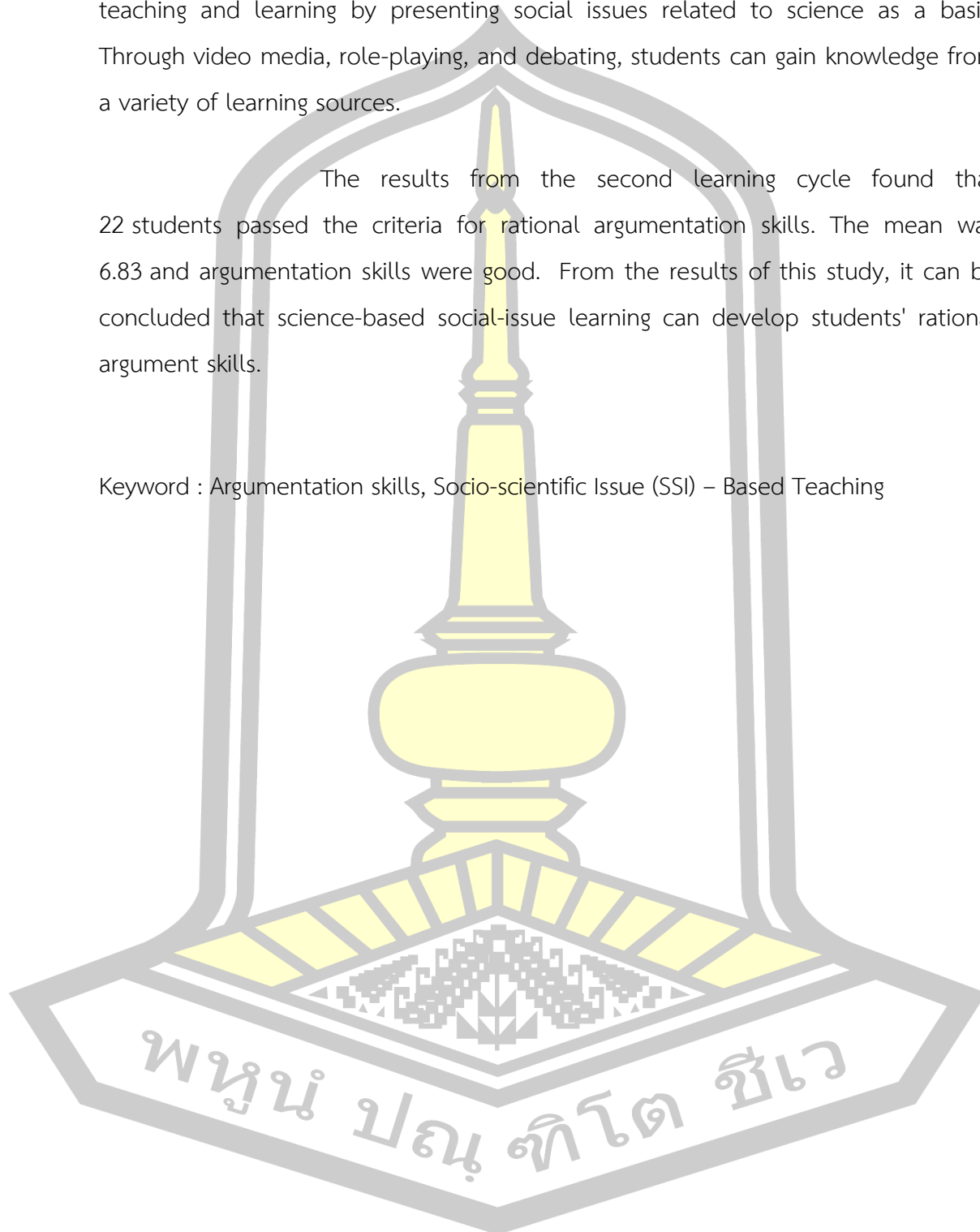
This action research aims to develop student argumentation skills through instruction in Socio-scientific Issue (SSI) – Based Teaching to pass the criteria at a good level of 24 students in Mathayomsuksa 5 students. The target group is Mathayomsuksa 4 students, Academic Year 2019. The research instruments consisted of 1) nine lesson plans, operating cycle 1 has 4 plans and cycle 2 has 5 plans. The duration of the research was 13 hours. 2) argumentation skills test open-ended assessment. There are 6 situations, 30 questions. the 4 level measurement criteria were very low level, low level, medium level, good level and very good level, 3) student behavior observation, and 4) information interviews. The consistency value was in the range of 0.8 - 1.00, the discriminatory power value (B) was from 0.20 to 0.80, and the difficulty value (p) was from 0.54 to 0.84. The quantitative data were analyzed by means, frequencies and percentages, as well as the qualitative data was analyzed by content analysis.

The results from the first learning cycle found that 17 students passed the criteria. The mean was 6.50 with argumentation skills passing as good. Because students have problems understanding the content they study. Or write to explain the reason for choosing the answer to show the misunderstanding from the study. And about the time spent doing activities that are quite limited, making some activities not possible in time, the learners are still unable to tell the

reasons for supporting them. There can be more than one reason. Therefore, teaching and learning by presenting social issues related to science as a basis. Through video media, role-playing, and debating, students can gain knowledge from a variety of learning sources.

The results from the second learning cycle found that 22 students passed the criteria for rational argumentation skills. The mean was 6.83 and argumentation skills were good. From the results of this study, it can be concluded that science-based social-issue learning can develop students' rational argument skills.

Keyword : Argumentation skills, Socio-scientific Issue (SSI) – Based Teaching



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผศ.ดร. สุมาลี ชุกำแพง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ นำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย คอยกระตุ้นและคอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการ รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม กรรมการ รศ.ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผศ.ดร. ปิยะธิดา ปัญญา ที่คอยให้ข้อเสนอแนะ และให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการทำงาน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญอันประกอบไป รศ.ดร. วราพร เอราวรรณ รศ.ดร. มนตรี วงษ์ สะพาน คุณครูสุวรรณี ผาผง คุณครูพุทชาติ ปะกิกา คุณครูชนิษฐา เตชะนอก และคุณครูบุษรา ดาทอง ด้วยที่ช่วยให้คำแนะนำตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา และปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย จนทำให้ผลการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้มีความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่มีส่วนในการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คุณครูสุวรรณี ผาผง ครูผู้เป็นที่ปรึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของผู้วิจัยที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุกๆด้านอย่างดีที่สุด ตลอดจนความช่วยเหลือของเพื่อนนิสิตที่คอยให้กำลังใจผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นในการทำงานและเป็นที่ปรึกษาตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยนี้

สราวลี ลิขนะวรคุณ

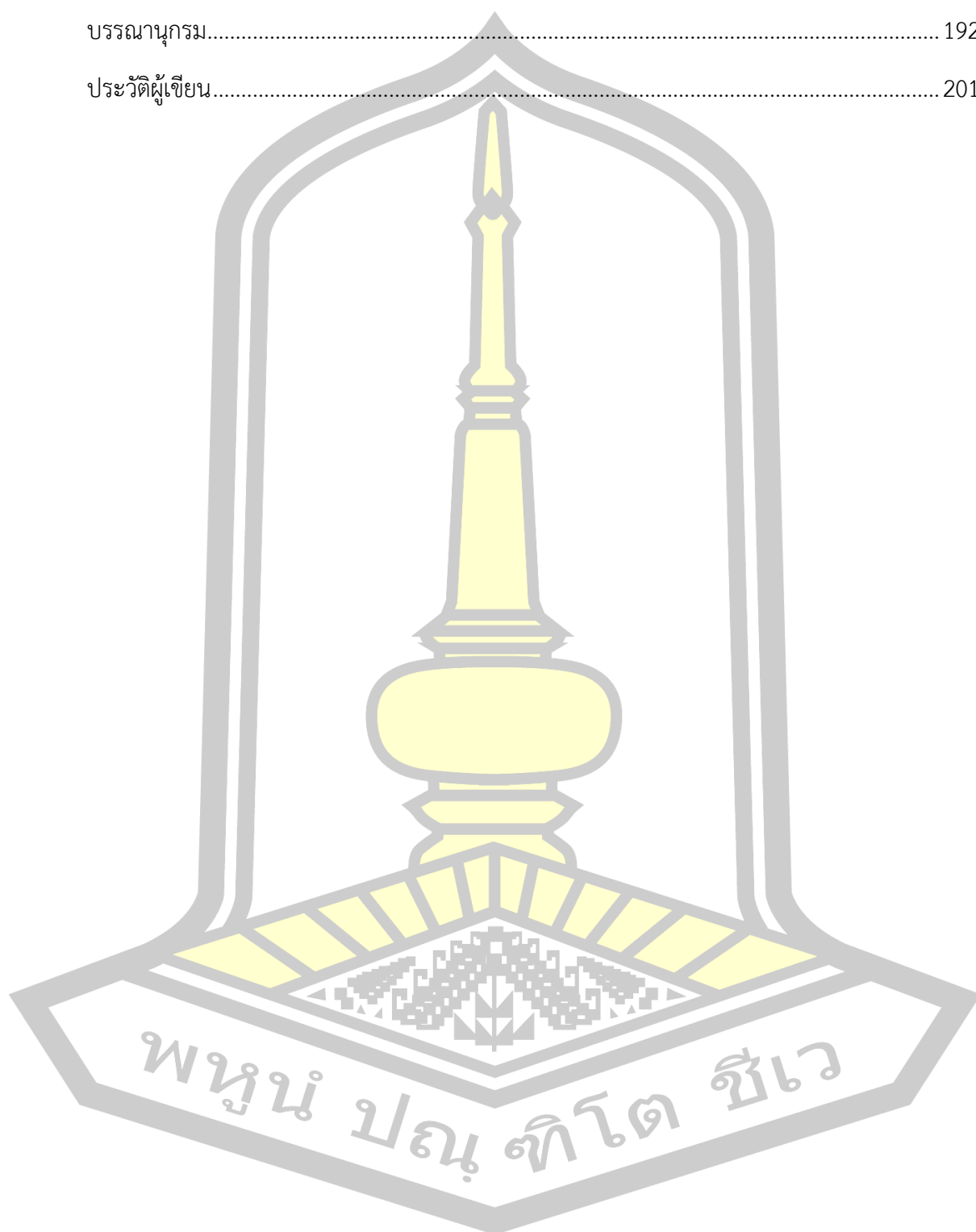
พนุน ปณ จิต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ด
บทที่ 1	1
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	8
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	11
บริบทการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนวาปีปทุม	23
การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน	24
ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	37
งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง	50
งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง	53

บทที่ 3	57
วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
กลุ่มเป้าหมาย.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	57
วิธีการสร้างและค้นหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล	74
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
บทที่ 4	79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้.....	79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแต่ละวงจรปฏิบัติการ	82
บทที่ 5	110
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	110
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	110
สรุปผล	110
อภิปรายผล.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	116
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก	118
ภาคผนวก ข	128
ภาคผนวก ค	164
ภาคผนวก ง.....	173

ภาคผนวก จ	185
บรรณานุกรม.....	192
ประวัติผู้เขียน.....	201



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนวาปีปทุม จำแนกตามระดับชั้นที่เปิดสอน	24
ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การวัดทักษะในการโต้แย้งของ Sadler and Fowler (2006)	42
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ Sadler and Donnelly (2006).....	44
ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ กฤษฎา ทองประไพ (2559)	45
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ ภาวิณี รัตนคอน (2561).....	46
ตาราง 6 รายการประเมิน คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	47
ตาราง 7 หน่วยการเรียนรู้ และระยะเวลาการจัดการเรียนรู้	58
ตาราง 8 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้.....	59
ตาราง 9 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	63
ตาราง 10 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนที่สร้างสถานการณ์ และจำนวน ข้อสอบ.....	65
ตาราง 11 รายการประเมิน ระดับคะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมี 69	
ตาราง 12 ระดับความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	71
ตาราง 13 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามองค์ประกอบการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	80
ตาราง 14 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำแนกตาม องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	83
ตาราง 15 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 2 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง มะละกอแขกดำต้านโรครดวงแหวน	86
ตาราง 16 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 1 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง มะละกอแขกดำต้านโรครดวงแหวน	87

ตาราง 17 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 6 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์แสนรักให้ฟื้นคืนชีพ	88
ตาราง 18 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 3 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์แสนรักให้ฟื้นคืนชีพ	89
ตาราง 19 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA	90
ตาราง 20 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA	91
ตาราง 21 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1	93
ตาราง 22 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำแนกตามองค์ประกอบ	96
ตาราง 23 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คนที่ 11 จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าวจีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร.....	99
ตาราง 24 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าวจีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร.....	100
ตาราง 25 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 14 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฮือฮา มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำหนดทารกมี DNA ของ 3 คนรายแรก.....	101
ตาราง 26 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 12 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฮือฮา มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำหนดทารกมี DNA ของ 3 คนรายแรก.....	102
ตาราง 27 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 16 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การอุ้มบุญ.....	103

ตาราง 28 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 15 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การอุ้มบุญ.....	104
ตาราง 29 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2	106
ตาราง 30 คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2.....	108
ตาราง 31 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	174
ตาราง 32 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ใช้จริงจำนวน 12 สถานการณ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละสาระการเรียนรู้.....	178
ตาราง 33 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ใช้จริงจำนวน 6 สถานการณ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละสาระการเรียนรู้.....	180
ตาราง 34 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อพฤติกรรมกับขั้นตอนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	181
ตาราง 35 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ	183



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.....	8
ภาพ 2 คะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลรายด้านของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละ วงจรปฏิบัติการ.....	109
ภาพ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	166
ภาพ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	167
ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	168
ภาพ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	170
ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	171
ภาพ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล.....	172



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทและสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก พร้อมกันนั้นเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (Driver, Newton and Osborne, 2000) วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข และวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ช่วยให้ผู้พัฒนาความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจได้โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

กระแสโลกเริ่มเปลี่ยนผ่านจากกระบวนทัศน์เดิมสู่กระบวนทัศน์อย่างเป็นพลวัต การสร้างสัมพันธภาพการเรียนรู้ของคนในสังคมเริ่มปรับเปลี่ยนไปสู่การสร้างเครือข่ายและแบ่งปันความรู้ ความเป็นอิสระและการพึ่งพาอาศัยกันก็จะพบเห็นได้อย่างกว้างขวางในสังคมออนไลน์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาการศึกษาของไทยในศตวรรษที่ 21 ต้องมีเป้าหมายในการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนไปสู่กระบวนกรเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและนักเรียน มุ่งเน้น

กระบวนการเรียนรู้ว่าตัวความรู้คือความรู้ทักษะ หรือกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ได้ยิ่งหย่อนไปกว่าแค่ตัว ความรู้การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล บนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเข้าถึงศักยภาพตนเองในการอยู่ร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ แนวคิดการจัดการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ วิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 (Core Subjects- 3Rs and 21st Century Themes) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and innovation skills) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, media, and technology skills) ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and career skills) และ ระบบสนับสนุน (Support system) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้จะต้องตอบสนองกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้ในศตวรรษนี้ (วนิดา ผาระนัด และประสาธ เนืองเฉลิม, 2561)

จากการเก็บข้อมูล และการสังเกตของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนไม่ค่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น และมีการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในประเด็นต่าง ๆ และเมื่อผู้วิจัยใช้คำถามจากสถานการณ์จากการทดลองในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ ที่ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องชีวจริยธรรม จรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง เช่น การโคลนนิ่งของแกะดอลลี เพื่อให้นักเรียนอธิบายเนื้อหาที่เรียน แสดงความคิดเห็นและโต้แย้งเกี่ยวกับการใช้สัตว์ทดลอง ดังกล่าว พบว่า นักเรียนไม่สามารถหาแหล่งความรู้เพื่อค้นคว้า ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้มาโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผล และไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเอง เมื่อมีการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์มากกว่าเหตุผลและไม่ยอมรับความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่แตกต่างจากตนเองอาจทำให้เกิดความขัดแย้งกันขึ้น ทั้งในห้องและนอกห้องเรียน และการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนยังไม่มีที่น่าเชื่อถือ หรือหลักฐานที่แน่ชัด แต่เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกของนักเรียนที่ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ และจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้ตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกฤษฎา ทองประไพ (2559) พบว่าจากนักเรียนทั้งหมด 40 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 16 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 24 คน จะเห็นได้ว่าจากพฤติกรรมที่สังเกตได้นั้น พบว่า นักเรียนในชั้นเรียนยังขาดองค์ประกอบการโต้แย้งทั้งเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างที่จะนำมาใช้ในการยืนยันความคิดเห็นของตนเอง และหลักฐานประกอบเหตุผลที่จะนำใช้สนับสนุนเหตุผลของตนเอง และทำให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเอง การจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม และให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน เพื่อให้นักเรียนนำความคิดเห็นของเพื่อน แต่ละคนมาพิจารณาไตร่ตรองเพื่อหาเหตุผลกับสิ่งที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถพัฒนาความรู้ควบคู่กับการมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ

สังคม นักเรียนต้องได้รับความรู้วิทยาศาสตร์ การตัดสินใจบนพื้นฐาน การมีส่วนร่วมในทุกระดับ เพื่อสร้างสังคมอนาคตที่ดีการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับรู้และตัดสินใจประเด็นที่เกี่ยวกับสังคมและวิทยาศาสตร์ (สุริยวัลย์ พันธูระ, 2555) ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้รับมานั้นมีมากมายและมีการเปลี่ยนแปลงทุกวันอีกทั้งความรู้เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคนเป็นอย่างมากเกิดประเด็นที่เกี่ยวข้องทางสังคมมากมาย เช่น การดัดแปรพันธุกรรม การโคลนสิ่งมีชีวิต การรักษาโรค เป็นต้น (Smith and Steinhauer, 2018)

การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเป็นทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่ควรปลูกฝังให้นักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการทางสติปัญญาในการพิจารณาไตร่ตรองมองประเด็นปัญหาอย่างเหมาะสม การแสดงออกทางความคิดอย่างสมเหตุสมผล การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลจะช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์รู้จักคิดและเข้าใจในประเด็นปัญหา แก้ปัญหาโดยใช้วิจารณญาณ ซึ่งการเรียนการสอนแบบนี้จะต้องมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคม เนื้อหาสาระมีความเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน สามารถยกเป็นตัวอย่างหรือบูรณาการการคิด และยังช่วยส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมให้เกิดแก่นักเรียน นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในห้องเรียนและได้รับการฝึกการแสดงออกทางความคิดด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการนำไปใช้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนั้นสามารถช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (Socioscientific Issue approach : SSI) มีการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม เช่น ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการแพทย์ ด้านโภชนาการ และด้านพันธุวิศวกรรม เป็นต้น มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งประเด็นที่นำมาต้องเป็นประเด็นที่มีลักษณะเฉพาะ คือเป็นประเด็นที่มีการโต้แย้งกันในสังคมเนื่องจากเป็นประเด็นที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ทั้งนี้ในการลงข้อสรุปหรือหาคำตอบเกี่ยวกับประเด็นนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียวแต่มีความหลากหลายตามบริบทและมุมมอง รวมทั้งหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนี้จะมีการกระตุ้นนักเรียนให้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจรวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและการมีส่วนร่วมสร้างและให้ข้อมูล การรับผิดชอบต่อสิ่งที่ได้ตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับรู้และตัดสินใจประเด็นที่เกี่ยวข้องกันระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นประเด็นประสบการณ์ส่วนบุคคล หรือการให้คุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญคือการนำความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสังคม สิ่งที่เราเห็นและคิดว่าเหมาะสมในปัจจุบันอาจจะเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสมในอนาคตก็ได้ หรือแม้แต่สิ่งที่เราเห็นและพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสมไม่ก่อให้เกิดคุณค่าใดในวันนี้ แต่อาจจะเป็นสิ่งที่มีความเหมาะสมกับอนาคตก็ได้เช่นกัน (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2551) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาสตระนั้นมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน เป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่จะดึงดูดความสนใจของนักเรียน (Sadler and Zeidler, 2005) และยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง ทักษะการตั้งคำถามและการตอบคำถาม ทักษะในการตัดสินใจ และลงความเห็น (Lewis, 2003) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาสตระนั้นสามารถช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ ดังงานวิจัยของ ชรินทร์ทิพย์ สุขศาสตร์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และเจตคติต่อชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับดี งานวิจัยของวีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น และงานวิจัยัญลักษณ์ ราชีวะ (2563) วิจัยการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมได้แก่ ความรู้เชิงจริยธรรม ทศนคติเชิงจริยธรรม เหตุผลเชิงจริยธรรม และพฤติกรรมเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถพัฒนาการให้ พบว่าเมื่อใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 นักเรียนมีระดับของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมที่สูงขึ้น และไม่พบนักเรียนที่มีระดับของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในระดับที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการตัดสินใจในประเด็นใด ๆ นั้นนอกจากต้องอาศัยหลักฐานทางวิชาการแล้ว การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมก็เป็นตัวช่วยหนึ่งที่ช่วยให้สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ได้ว่าถูกหรือผิด ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองความคิดของคนอื่นที่หลากหลายควรหรือไม่ควร

ด้วยเหตุผลดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนสายการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมให้

นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และความเข้าใจเรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน และสามารถวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ รวมไปถึงสามารถใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม และตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนวชิรวิทย์ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา มหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยการเลือกจากการวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 24 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ รายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยดำเนินการตามแผน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ตัวแปรตาม คือ ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

5. รูปแบบงานวิจัย วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดำเนินการทดลองตามแบบการวิจัยแบบแผนแผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่อง

เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 มี 4 แผน จำนวน 6 ชั่วโมง วงจรที่ 2 มี 5 แผน จำนวน 7 ชั่วโมง รวมระยะเวลาในการทดลองจำนวน 13 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสังคม เป็นความกังวลที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคม กำลังถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำความรู้ แนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎีที่มีไปปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม ความขัดแย้งทางความคิดในการนำวิทยาศาสตร์มาสู่การเรียนการสอน ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ล้วนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลเชิงจริยธรรม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก การพัฒนา และวัฒนธรรมของมนุษย์ มีการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือผู้สอนอาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนำเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนจะได้ทำสำรวจประเด็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา มองแนวทางการสืบสอบหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำเสนอไป ผู้เรียนหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมซึ่งต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยค้นคว้าในสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจประเด็นวิทยาศาสตร์สังคม ผู้สอนนำเสนอว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมองภายในกลุ่ม และมาอธิบายเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ว่าเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในมุมต่าง ๆ ตามบทบาทที่ตนได้รับ อยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้แย้งหรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้นเพื่อนำเสนอปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

กระบวนการแสดงทัศนะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นประเด็นปัญหา โดยการหาเหตุผลหลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิดของตน ในการแสดงออกเพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย หรือรับรู้ แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง คลินิกหรือแต่ละทีนี้เพื่อใส่ข้อความ วงรอบที่ 1 มี 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์แบ่งออกเป็น 5 ข้อ รวมเป็น 15 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน และวงรอบที่ 2 มี 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์แบ่งออกเป็น 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน แต่ละสถานการณ์เป็น 10 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน รวมทั้งหมด 30 ข้อ 60 คะแนน โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims) คือ นักเรียนสามารถนำเสนอความคิดเห็น ข้อคิดเห็น ซึ่งเป็นการแสดงจุดยืนของตนเองซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการศึกษาข้อมูล การทดลองจาก สถานการณ์

2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือ แนวคิดทางที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้นถึงเหตุผลที่นักเรียนถึงมีข้อกล่าวอ้างเช่นนั้น

3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument) คือ นักเรียนสามารถให้ เหตุผลหรือแนวคิดที่แสดงว่าข้อกล่าวอ้างของฝ่ายที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองเพื่อแย้งแนวคิดของ ฝ่ายตรงข้ามอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) คือ นักเรียน สามารถระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองให้น่าเชื่อถือมากขึ้น หรือโต้แย้งฝ่ายตรง ข้ามให้ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลแนวคิด และหลักฐานของฝ่ายตรงข้ามไม่ถูกต้องหรือไม่น่าเชื่อถือ

5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence) คือ นักเรียนสามารถแสดง หลักฐานหรือข้อเท็จจริงที่สนับสนุนเหตุผลและข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้นในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3. การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษารวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้าน ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยดำเนินงานหลายวงรอบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาตามแนวคิดของ เคมมิส และแม็คทาการ์ท (1988) ซึ่ง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล โดยงานวิจัยนี้มุ่ง เน้นเพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบประเด็นทาง

สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการวิจัย 2 วนรอบ เป็นเวลา 13 ชั่วโมง จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน

- ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจประเด็นวิทยาศาสตร์สังคม
- ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ
- ขั้นที่ 5 ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด

ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุข้อกล่าวอ้าง
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

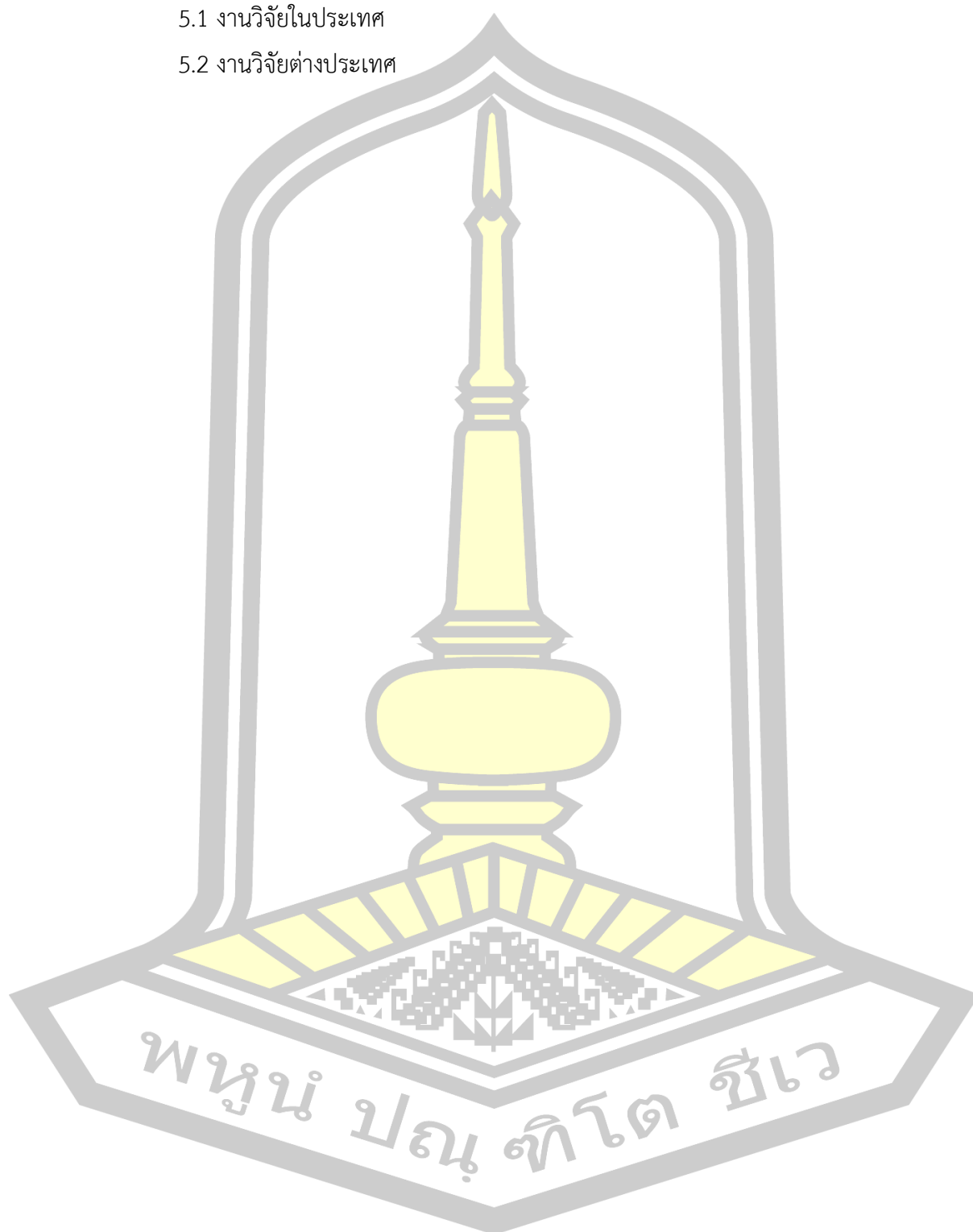
งานวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 1.2 สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.3 คุณภาพนักเรียน
 - 1.4 แนวการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษา
 - 1.5 แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21
 - 1.6 มาตรฐานและผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา
 - 1.7 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา
 - 1.8 ผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา
2. บริบทการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนวาปีปทุม
 - 2.1 บริบทของโรงเรียนวาปีปทุม
 - 2.1 บริบทรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
 - 3.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
 - 3.2 ทฤษฎีที่เป็นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
 - 3.3 การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
4. ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
 - 4.1 ความหมายของการโต้แย้ง
 - 4.2 รูปแบบของการโต้แย้ง
 - 4.3 องค์ประกอบในการโต้แย้ง
 - 4.4 การวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
 - 4.5 ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ



หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

โดยสรุปเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎ ขอบเขตของธรรมชาติ ข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้

ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต พัฒนาระบบการคิดและจินตนาการ และอย่างสร้างสรรค์

2. สารวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาสมดุลภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

โดยสรุปสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 4 สาระ คือสาระที่ 1 ชีววิทยา สาระที่ 2 เคมี สาระที่ 3 ฟิสิกส์ และสาระที่ 4 สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ อยู่ในสาระที่ 1 ชีววิทยา ข้อที่ 2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดีไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. คุณภาพนักเรียน

นักเรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนออโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนการเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำการลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

4. เข้าใจกลไกการรักษาสมดุลภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึกระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอร์โมน และพฤติกรรมของสัตว์

5. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่นระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6. เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมีกฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

7. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลใน

ปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

8. เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลายและการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

9. เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วงงานกฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมการชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

10. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดหลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

11. เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทานและกฎของโอห์มพลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

12. เข้าใจผลของความร้อนต่อสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพยุงของไหลอุดมคติทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีกัมมันตภาพ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

13. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการ

สำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

14. เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรและผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้องปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

15. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตันโครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์ และดาวฤกษ์ เวลาสุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

16. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

17. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้ และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสตุดอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

18. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

19. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

20. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

21. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภท ต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

22. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

23. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

โดยสรุป นักเรียนที่เรียนเรื่องเทคโนโลยีดีเอ็นเอ มีคุณภาพดังนี้ นักเรียนสามารถเข้าใจหลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

4. แนวการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน ในส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
 2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
 3. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
 4. จัดการเรียนการสอน โดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
 5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อมสื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและนักเรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
 6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดาผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ
- การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนทั้งของนักเรียนและผู้สอน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยายสาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์การแก้ปัญหาการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ

ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ต้องพัฒนานักเรียนให้มีพัฒนาการเหมาะสมตามวัย ทั้งทางร่างกาย อารมณ์สังคม และสติปัญญา

5. แนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักเรียนให้พร้อมที่จะดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างประสบความสำเร็จได้ในอนาคตนั้น จำเป็นต้องเน้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนานักคิด นักแก้ปัญหา และนักเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้โดยอาจทำได้ดังนี้

จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

ผู้สอนกระตุ้นหรือจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เกิดคำถามหรือข้อสงสัยที่อยากค้นหาคำตอบนักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อค้นหาคำตอบที่สงสัย โดยเริ่มจากการลงมือสืบเสาะหาความรู้ตามคำแนะนำจนกระทั่งสามารถออกแบบและวางแผนการสืบเสาะ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์แล้วนำมา สร้างคำอธิบายด้วยตนเอง

นักเรียนควรมีโอกาสได้ฝึกฝนและพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อย่างกลุ่มเล็ก และเชื่อมโยงกันผ่านการทำ กิจกรรมที่หลากหลายทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนนักเรียนได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง สม่่าเสมอและเหมาะสมกับวัย

นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องตามยุคสมัยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ใช้สืบค้นข้อมูลทั้งจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิใช้จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ใช้สร้างแบบจำลองนักเรียนสามารถออกแบบและทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อฝึกฝนและสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการสำหรับการออกแบบและเทคโนโลยีและทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ ๒๑ มาแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียนเพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนักเรียนควรมีโอกาสได้รู้จักและคุ้นเคยกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งอาจเพิ่มระดับความซับซ้อนของข้อมูลให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เช่น นักเรียนระดับประถมศึกษาได้ฝึกฝนการวิเคราะห์และสร้างคำ อธิบายจากข้อมูลที่เก็บได้จริงแต่ไม่มีความซับซ้อน ส่วนในระดับมัธยมศึกษาอาจให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์และอธิบายข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่หลากหลาย ซับซ้อน มีปริมาณมาก และ

เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงไม่สามารถนำมาจัดกระทำ หรือจัดการได้ด้วยวิธีการหรือเครื่องมือแบบเดิมนักเรียนมีโอกาสนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปบูรณาการกับความรู้จากแขนงวิชาอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง หรือเกิดขึ้นจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

6. มาตรฐานและผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา

1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ 4

1. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้

2. อภิปราย และบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต

4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

7. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

8. สืบค้นข้อมูล และอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต

. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

10. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงวัดขนาดโดยประมาณ และวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง

11. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์

13. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส

14. อธิบาย และเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทิฟทรานสปอร์ต

15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยการบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยการบวนการเอนโดไซโทซิส

16. สังเกตการณ์แบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส จากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส

17. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพกำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ มัธยมศึกษาปีที่ 4

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปผลการทดลองของเมนเดล
2. อธิบาย และสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F1 และ F2
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผัน ไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
5. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
7. อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมแอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล

9. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชันรวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

13. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาร์ลส์ ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

โดยสรุปผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา มี 5 ข้อหลัก ซึ่งจะแบ่งออกเป็นระดับชั้นคือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 โดยมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 นักเรียนต้องเข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูล และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพกำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และผลการเรียนรู้เรื่องการใช้นโยบายทางดีเอ็นเอ นักเรียนสามารถอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

7. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา

รายวิชาชีววิทยา 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และสารพันธุกรรม โครงสร้างของ DNA การจำลอง DNA การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA มิวเทชัน และการเกิดมิวเทชัน การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ลักษณะทาง

พันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ศึกษาเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง การหาขนาดของดีเอ็นเอ และการหาลำดับทางนิวคลีโอไทด์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ กับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม การศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล และการกำเนิดสปีชีส์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบายอภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และแก้ไขปัญหาด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

8. ผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ
2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซมสาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
6. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F1 และ F2
7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
9. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
 11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์การแพทย์การเกษตร และอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
 12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
 13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของของ ลา มาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ดาร์วิน
 14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก
 15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต
- โดยสรุป นักเรียนที่เรียน รายวิชาชีววิทยา 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเวลา ที่เรียนเรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนต้องอธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์การแพทย์การเกษตร และอุตสาหกรรมและข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม ตามผลการเรียนรู้ที่โรงเรียนวาปีปทุมกำหนด

บริบทการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนวาปีปทุม

1. บริบทของโรงเรียนวาปีปทุม

โรงเรียนวาปีปทุมตั้งอยู่ที่ถนนมหาสารคาม - วาปีปทุม 303 ม.25 ต.หนองแสง อ.วาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตมัธยมศึกษา มหาสารคาม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ โรงเรียนวาปีปทุมเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งแรกของอำเภอลำปุม จังหวัดมหาสารคาม ปัจจุบันจัดอยู่ในประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ รูปแบบสหศึกษา ทำการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนวาปีปทุม

โรงเรียนวาปีปทุมมีครูผู้สอนทั้งสิ้น 181 คน แยกเป็นชาย 69 คน หญิง 112 คน และมีจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2563 ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนวาปีปทุม จำแนกตามระดับชั้นที่เปิดสอน

ระดับชั้น	ชาย	หญิง	รวม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	209	337	546
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	260	290	550
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	221	324	545
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	181	313	494
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	189	331	520
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	182	320	502
รวมทั้งหมด	1,242	1,915	3,157

ข้อมูล ตุลาคม 2563

2. บริบทการจัดการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน แยกเป็นชาย 13 คน หญิง 2 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีเกรดเฉลี่ยวิชาชีววิทยา อยู่ระหว่าง 2.00 – 4.00 โดยเรียนวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง พฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน มีความตั้งใจเรียนขณะที่ครูสอน พูดคุยระหว่างเรียนกันบ้าง เมื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และตอบคำถาม นักเรียนมักที่จะไม่ตอบคำถามของครูเมื่อครูถาม ไม่แสดงความคิดเห็น ไม่มีความกล้าแสดงออก มักที่จะรอให้คุณครูเฉลยคำตอบแทน หากมีงานที่ต้องทำเป็นกลุ่มก็จะมีตัวแทนนักเรียนที่ค้นคว้า หาคำตอบเพียงไม่กี่คน และเมื่อให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ก็จะเป็นนักเรียนคนเดิม และมีการพูดคุยกันระหว่างที่เพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน และไม่ค่อยยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน

การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

1. ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Socioscientific Issues พบว่ามีผู้ใช้คำอื่นในความหมายเดียวกัน เช่น ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ประเด็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เป็นต้น ในที่นี้จะใช้คำว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปความหมายของ Socioscientific Issues ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นประเด็นที่กำลังถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากความกังวล และไม่แน่ใจในความปลอดภัยและผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการโต้แย้งทางความคิดขึ้นภายในสังคม ซึ่งในอนาคตประเด็นเช่นนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้น พร้อม ๆ ไปด้วยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

ประสาธ เนืองเฉลิม (2551) ได้สรุปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Sociocentric แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ กระบวนการ (Processes) ความรู้ (Knowledge) และเจตคติ (Attitudes) ผู้รู้วิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ แนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎีที่มีไปปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับโลกรอบตัวได้เป็นอย่างดี การส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจและเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นที่จะต้องให้เขาเหล่านั้นมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งจะแก้ปัญหาและดำเนินชีวิตในแต่ละวันอย่างปกติสุขโดยอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นฐานประกอบการตัดสินใจ

เสาวนีย์ โคตรชมพู (2554) ได้ให้ความหมายว่าประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมหมายถึงประเด็นที่มุ่งส่งเสริมให้นำหลักคุณธรรมจริยธรรมเข้ามาช่วยในการตัดสินใจในประเด็นปัญหานั้นๆภายใต้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนได้มีการสนทนาและอภิปรายโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

Lewis (2003) ได้กล่าวว่า การใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้รู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงและเห็นความมีอยู่จริงและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงและการเรียนรู้ตลอดชีวิตซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการกับการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ในสังคม

Zeidler et al. (2005) ได้นำเสนอแนวคิดที่ว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ควรมีบทบาทสำคัญและเข้ามาแทนที่แนวคิด STS ทั้งนี้เนื่องจาก STS มุ่งประเด็นความสนใจในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในสังคม ซึ่งทำให้ละเลยต่อความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ เพิกเฉยต่อความตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม ความขัดแย้งทางความคิดในการนำวิทยาศาสตร์มาสู่การเรียนการสอน ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ล้วนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลเชิงจริยธรรม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก การพัฒนา และวัฒนธรรมของมนุษย์

Reis and Galvoa (2009) กล่าวว่าจัดการการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้

Sadler (2011) ได้กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันในสังคมซึ่งประเด็นนี้จะเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาและถูกระบุด้วยคำถามปลายเปิดโดยไม่ได้มีคำตอบหรือข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และต้องเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสังคม ซึ่งประเด็นทางวิทยาศาสตร์สังคมอาจเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ เป็นต้น

Puig, Jimenez-Alexander (2011) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่รวมเอาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประเด็นทางการเมือง บุคคล หรือคำถามทางศีลธรรม และการเลือกกระทำของบุคคลในสังคม ซึ่งการนำการโต้แย้งเข้ามาในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม จะทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น โดยประเด็นการโต้แย้งจะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับปัญหาทางสังคมที่ประสพอยู่แล้วยังต้องการการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา

Kaplan and cavus (2016) ได้กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสังคม เป็นความกังวลที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคมซึ่งจะต้องมีกระบวนการที่นำไปสู่การมีส่วนร่วมในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น มีกระบวนการตัดสินใจที่นำไปสู่การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้

Sadler et al. (2017) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประเด็นปัญหาทางสังคมที่ซับซ้อน และเป็นที่ยกเถียงของคนในสังคมเข้ากับการจัดการเรียนรู้ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวอย่างประเด็นทางสังคมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ประเด็นอาหารดัดแปลงพันธุกรรมเข้าถึงทรัพยากรน้ำ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวันได้

สรุปความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสังคม เป็นความกังวลที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคม กำลังถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำความรู้ แนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎีที่มีไปปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม ตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม ความขัดแย้งทางความคิดในการนำวิทยาศาสตร์มาสู่การเรียนการสอน ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ล้วนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลเชิงจริยธรรม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก การพัฒนา และวัฒนธรรมของมนุษย์

2. ทฤษฎีที่เป็นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยพบว่าแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีทฤษฎีทางการศึกษาที่เป็นฐาน คือทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating Learning) (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

Stein (1998) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้ที่มีการนำการเรียนรู้ในบริบทจริงไปใช้จะเป็นชั้นเรียนที่มีการนำสถานการณ์เป็นสื่อกระตุ้นและนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น โดยครูจะมีการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เพื่อให้นักเรียนรู้และเข้าใจในสถานการณ์นั้น รวมทั้งทำให้นักเรียนได้รับทักษะที่จำเป็นในชั้นเรียน ซึ่งครูได้เปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดเนื้อหาเป็นผู้อำนวยความสะดวกซึ่งทำการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนมีการกระตุ้นการสะท้อนคิดให้เกิดขึ้น และให้ความช่วยเหลือในการทำให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะที่จำเป็น

ประสาธ เนืองเฉลิม (2551) กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและการมีส่วนร่วมสร้างและให้ข้อมูล การรับผิดชอบต่อสิ่งที่ได้ตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับรู้และตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกันระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นประเด็นประสบการณ์ส่วนบุคคล หรือการให้คุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อสังคม อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญคือการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสังคม สิ่งที่เราเห็นและคิดว่าเหมาะสมในปัจจุบันอาจจะเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสมในอนาคตก็ได้ หรือแม้แต่ว่าสิ่งที่เราเห็นและพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสมไม่ก่อให้เกิดคุณค่าใดในวันนี้ แต่อาจจะเป็นสิ่งที่มีความเหมาะสมกับอนาคตก็ได้เช่นกัน

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานนั้นอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) ของการเรียนรู้ในบริบทจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้โดยใช้สถานการณ์ที่กำหนด

Sadler (2011) กล่าวว่าตัวนักเรียน ทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนรู้ และบรรทัดฐานทางสังคมที่เกี่ยวข้องจะเป็นสิ่งที่กำหนดสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการเรียนรู้ในบริบทจริง ซึ่งการเรียนรู้ในบริบทจริง นั้นเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเป็นพลเมืองแก่นักเรียนได้ นอกจากนี้หากมีเป้าหมายในการจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถโต้แย้ง และตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง

กับวิทยาศาสตร์ได้ จะต้องมีการจัดบริบทที่เหมาะสมสอดคล้องกับประเด็นที่สนใจ มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและเจรจากัน

สรุปการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบท ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีการนำการเรียนรู้ในบริบทจริงไปใช้จะเป็นชั้นเรียนที่มีการนำเสนอการณ์เป็นสังกรณีให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้โดยใช้สถานการณ์ที่กำหนด และนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น จะต้องมีการจัดบริบทที่เหมาะสมสอดคล้องกับประเด็นที่สนใจ มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและเจรจากัน การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสังคม และทำให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีรูปแบบ องค์ประกอบ บทบาทของครูกับนักเรียน การวัดและการประเมินผลรวมทั้งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้โดยทั่วไป ดังนี้

3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน Ratcliffe (2003) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ดังนี้

1. ขั้นสร้างทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูหยิบยกขึ้น
2. ขั้นสร้างเกณฑ์เป็นขั้นที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้เปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ
3. ขั้นค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานมาใช้ประกอบเกณฑ์การเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้ชัดเจน
4. ขั้นสำรวจทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและประเมินข้อดีรวมทั้งข้อจำกัดของทางเลือกที่ถูกพัฒนาขึ้น
5. ขั้นตัดสินใจเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานที่มีและตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
6. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบการตัดสินใจให้ถี่ถ้วนอีกครั้งเพื่อระบุข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงแก้ไข

Eilks (2010) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือครูอาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนำเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน
2. ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำเสนอไป
3. ขั้นสำรวจประเด็นวิทยาศาสตร์สังคม นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร
4. ขั้นแสดงบทบาทสมมุตินักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในมุมต่าง ๆ ตามบทบาทที่ตนได้รับ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้แย้งหรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้นเพื่อนำเสนอปัญหา
5. ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Linand Mintzes (2010) ได้นำเสนอการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานไว้ดังนี้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ประเด็นปัญหาและจัดกิจกรรมและสอนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจการโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้นำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัจจุบันและมีเนื้อหาใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันหรือผู้เรียนสามารถเข้าใจได้และไม่มีคำตอบชัดเจน ยังเป็นประเด็นที่ยังถกเถียงมาเป็นประเด็น แล้วใช้คำถามนำ
2. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยผู้สอนใช้เทคนิคการสอนที่ช่วยในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสดงออกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการกลุ่มในการหาข้อสรุปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจะสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง
3. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้ง โดยผู้สอนนำเอาประเด็นปัญหาใช้ในการส่งเสริมการโต้แย้งให้กับผู้เรียน ผู้เรียนทำการอภิปรายในประเด็นที่เห็นด้วยใช้หลักฐานในการอ้างอิงและสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง
4. การอภิปรายและนำเสนอ โดยผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็นในการโต้แย้งประเด็นปัญหา ผู้เรียนช่วยกันสรุปโดยใช้หลักฐานประกอบ โดยผู้สอนเป็นผู้ช่วยเสริมเนื้อหาที่ยังไม่สมบูรณ์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่เน้นให้ผู้สอนหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมซึ่งต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยค้นคว้าในสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น
2. ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำประเด็นปัญหาที่สืบค้นมาจัดกลุ่มตามความสำคัญเรียงจากปัญหาที่สำคัญมากที่สุดไปหาปัญหาที่มีความสำคัญน้อยที่สุด เพื่อนำมาคัดเลือกโดยเลือกประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด เพื่อนำมาวิพากษ์และหาคำตอบร่วมกันระหว่างผู้สอนและนักเรียน
3. ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา เป็นขั้นครูที่วิเคราะห์ว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างไรบ้าง มีข้อสงสัยหรือต้องการทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาในแง่มุมใดเพิ่มเติม เป็นการฝึกให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ตนรู้และสิ่งที่อยากรู้ออกมา
4. ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนหาแนวทางแก้ไขเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการกลุ่ม มีการฝึกทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างสร้างสรรค์
5. ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนแสวงหาองค์ความรู้ที่จะสนับสนุนเหตุผลของตนที่มีต่อประเด็นปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรมจริยธรรมที่จะส่งเสริมแก่นักเรียน
7. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง โดยต้องมีหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ มีกระบวนการคิดขั้นสูง และสอดคล้องกับการมีคุณธรรม จริยธรรม

Chung et al. (2016) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์สังคมในการเรียนการสอน เรื่องการดัดแปรพันธุกรรม เพื่อพัฒนาการสื่อสารโดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าใจส่วนที่เป็นแนวคิดหลักต้องเข้าใจบริบทของผู้คน ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญ เพื่อให้เกิดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม มีการโต้แย้งและถกเถียงการโดยอาศัยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ช่วยสนับสนุน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคุณธรรม จริยธรรม ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถเลือกหลักฐานที่มีความสอดคล้องสามารถใช้สนับสนุนการโต้แย้งนั้นได้

ขั้นที่ 2 การเห็นคุณค่าเป็นขั้นตอนที่พัฒนาความสามารถในการยอมรับฟังมุมมองความคิดเห็นที่หลากหลาย ที่มาจากตนเอง และผู้อื่น ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และยังเป็นขั้นตอนที่ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนอีกด้วย

ขั้นที่ 3 การพัฒนาความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย (Developing Active Assertions) การกำหนดสำหรับการสื่อสารเพื่อบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในแต่ละบุคคล

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความเข้าใจร่วมกันเป็นความสามารถในการตีความ และเข้าใจประสบการณ์ และเข้าใจเห็นใจความรู้สึกของผู้อื่นมากขึ้น รวมถึงความสามารถที่รับรู้การเปลี่ยนแปลงทางจิตใจของผู้อื่น เพื่อจะเข้าใจและแบ่งปันความรู้สึกร่วมกันในการสื่อสาร

Sadler et al. (2017) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ โดยขั้นนี้นักเรียนจะได้เผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้สอนได้หยิบยกมานำเสนอในห้องเรียนผ่านทางสื่อต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำสำรวจประเด็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา มองแนวทางการสืบสอบหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ขั้นนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันได้แก่ การนำเข้าสู่ใจความสำคัญของเนื้อหา (engaging with disciplinary core ideas: DCI) การเรียนรู้โมทัศน์ที่เกี่ยวข้อง (crosscutting concepts: CCC), และการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (science practices: SP) เช่น การรวบรวมและประเมินข้อมูล การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
3. ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กิจกรรมที่ได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง โดยการสืบสอบหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ และมาอธิบายและสำรวจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ อย่างไรบ้าง
4. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติเป็นขั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมาโดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สรุปจากการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยมี 5 ขั้นตอน ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือผู้สอนอาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนำเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนจะได้ทำสำรวจประเด็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา มองแนวทางการสืบสอบหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 2 ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้เป็นขั้น

ที่ผู้สอนช่วยให้นักเรียนเข้าใจ วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำเสนอไป ผู้เรียนหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมซึ่งต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยค้นคว้าในสื่อต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจประเด็น วิทยาศาสตร์สังคม ผู้สอนนำเสนอว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมองภายในกลุ่ม และมาอธิบายเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ว่าเป็นอย่างไร ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในกลุ่มต่าง ๆ ตามบทบาทที่ได้รับ อยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้ว่าที่หรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้นเพื่อนำเสนอปัญหาขั้นที่ 5 ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 บทบาทของผู้สอนและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

Zeidler and Nichols (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอน และนักเรียนที่มีต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ดังนี้

บทบาทของผู้สอน ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานซึ่งผู้สอนที่สนใจในการจัดกิจกรรมโดยเน้นการอภิปรายหรือสนทนาต้องมีการส่งเสริมให้มีการใช้ข้อมูลวิจัยหรือข้อมูลปัจจุบันมาสนับสนุนโดยคำถามที่ใช้กระตุ้นต้องนำออกไปอยู่ นักเรียนให้ไปสู่แง่มุมต่าง ๆ ของประเด็นที่ยกขึ้นมาได้

บทบาทของนักเรียน การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาสู่การปฏิบัติจะต้องมีการทำให้นักเรียนนำเสนอเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม นักเรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนเองโดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม แต่การปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นที่ทันใด แต่จะเป็นการใช้หลักฐานมาหักล้างหรือสนับสนุนความเชื่อเดิมของตนเอง ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมนี้จะนำไปสู่การถกเถียงกันต่อไป นักเรียนต้องการข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างข้อโต้แย้งรวมทั้งหาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

สรุปบทบาทของผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน นักเรียนจะต้องนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม และให้นักเรียนนำเสนอเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม

3.3 เกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Eilks and Mark (2009) ได้ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีศักยภาพ โดยการคัดเลือกประเด็นจะเริ่มด้วยปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยประเด็นนั้นจะต้องปรากฏในสื่อต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น บทความในหน้าหนังสือพิมพ์ แผ่นพับจากกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อประเด็นนั้นโฆษณาต่าง ๆ รายการโทรทัศน์และอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำมาเป็นคำถามกระตุ้นและนำอธิบายในช่วงต้นของบทเรียนได้ ประเด็นนั้นมีการให้ความคิดเห็นจากกลุ่มที่เกี่ยวข้องหรือได้ผลประโยชน์ที่หลากหลาย ซึ่งประเด็นที่ไม่เหมาะสมคือประเด็นที่มีข้อสรุปเพียงด้านเดียว หรือเป็นประเด็นด้านวิทยาศาสตร์ จารีตประเพณี หรือสังคมที่ไม่ได้รับการยอมรับจากนักเรียนส่วนใหญ่จากครูหรือจากผู้ปกครองโดยประเด็นที่เลือกต้องเอื้อต่อกระบวนการตัดสินใจแบบเปิด (Open – decision making process) ซึ่งกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้มีการทำทนายให้นักเรียนตัดสินใจและร่วมแสดงความคิดเห็น (Open forum) โดยวิธีการนี้ต้องแน่ใจว่านักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่ตัดสิน หรือขัดต่อศีลธรรม จรรยาบรรณ หรือเป็นการวิพากษ์วิจารณ์ที่รุนแรงนอกเหนือจากที่กำหนดในกลุ่มหรือกำหนดโดยผู้สอน

โดยสรุปเกณฑ์ในการเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จะเริ่มด้วยปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ประเด็นที่เลือกต้องเอื้อต่อกระบวนการตัดสินใจแบบเปิดให้นักเรียนตัดสินใจและร่วมแสดงความคิดเห็นโดยวิธีการนี้ต้องแน่ใจว่านักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนโดยไม่ตัดสิน หรือขัดต่อศีลธรรม จรรยาบรรณ หรือเป็นการวิพากษ์วิจารณ์ที่รุนแรง

3.4 ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับเทคโนโลยีดีเอ็นเอ

3.4.1 พืชดัดแปรพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms; GMOs) พืชดัดแปรพันธุกรรมกับสังคมโลกในหลายประเทศทั่วโลกยังมีประเด็นการต่อต้านพืชดัดแปรพันธุกรรม หรือพืช GMOs อยู่ล่าสุดเกาะฮาวายได้มีประเด็นการห้ามปลูกพืช GMOs ในประเทศภายหลังการนำเข้าเมล็ดพืชของพืชดัดแปรพันธุกรรมมาหลายปี โดยมีการรณรงค์ต่อต้านการใช้พืชดัดแปรพันธุกรรมจากอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรขึ้นในปี 2013 เนื่องจากกังวลถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นภายหลังต่อตนเองและประเทศเช่นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบนเกาะ เพื่อปกป้องวัฒนธรรมรวมถึงความเกี่ยวข้องทางการเมืองของฮาวาย และความคิดเห็นโดยส่วนใหญ่ของคนบนเกาะยังมีความกังวลในเทคโนโลยีชีวภาพในการเกิดผลกระทบต่อเกษตรอินทรีย์ที่มีอยู่เดิมของประเทศ

ในประเทศไทยปี 2558 เกิดประเด็นถกเถียงในเรื่องการร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพหรือพรบ GMOs ถกเถียงถึงข้อดีข้อเสียซึ่งกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรที่ไม่เห็นด้วยกับพืชดัดแปรพันธุกรรมต่างออกมาคัดค้านเพื่อให้รัฐบาลชะลอร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ก่อนเข้าสู่การพิจารณาของสภานิติบัญญัติแห่งชาติขณะที่ฝ่ายสนับสนุน พ.ร.บ. GMOs ฉบับนี้มองว่าประเทศไทยจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมพืช GMOs เพราะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับเกษตรกรได้ เทคโนโลยี

ช่วยแก้ไขปัญหาระหว่างการเกษตรที่เคยมีปัญหา รวมไปถึงเรื่องปัญหาอาหารที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งเกษตรกรสามารถปลูกและผลิตได้และยังช่วยลดการใช้สารเคมีในการเกษตรอีกด้วย แต่ในเวลาต่อมานายกรัฐมนตรี พลตำรวจเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา มีคำสั่งยุติการพิจารณาร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพ หลังจากกฎหมายดังกล่าวถูกคัดค้านจากเครือข่ายภาคประชาชน เกษตรกร นักวิชาการบางส่วนอย่างหนัก โดยนายกระบุญว่าประเทศไทยยังไม่มี ความชัดเจนเพียงพอหลังจากประเด็นที่ถกเถียงกันในประเทศไทย สรุปได้ว่าปัจจุบันประเทศไทยไม่ให้มีการนำเข้าหรือปลูกพืชตัดแปรพันธุกรรมในประเศยกเว้นเพื่อการศึกษาทดลองเนื่องมาจากการคัดค้านจากภาคประชาชนและความไม่ชัดเจนของกฎหมายไทย (บุศมาพร กันทะวัง, 2562)

3.4.2 การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint) กับนิติวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมคณะพนักงานสืบสวนได้นำกระดูกของผู้ต้องสงสัยรายดังกล่าวมาทำการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบกับสารพันธุกรรมที่พบที่ขอบกางเกงของ น.ส.โทโมโกะ ได้ทำการเก็บสารพันธุกรรมและลายพิมพ์นิ้วมือ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าโครโมโซม Y ซึ่งผลการตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรมของบุคคลทั้ง 3 ราย สถาบันนิติวิทยาศาสตร์แจ้งผลการตรวจพิสูจน์ว่า สารพันธุกรรมของบุคคลทั้งสามไม่ตรง หรือไม่มีความสัมพันธ์กับค่าโครโมโซม Y พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับเชื้อชาติญี่ปุ่น และเกาหลี หรือเป็นชาติพันธุ์ของคนเอเชียตะวันออก จึงประสานทางประเทศญี่ปุ่นให้ทราบและใช้เป็นแนวทางการสืบสวนต่อไป

บริษัท 23andme and Ancestry เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายชุดทดสอบพันธุกรรมเพื่ออัปโหลดและแชร์ข้อมูล DNA บนแพลตฟอร์ม GEDmatch ต่างก็รีบออกมาแถลงยืนยันหนักแน่นว่าบริษัทไม่มีนโยบายเปิดเผยข้อมูลของลูกค้าแก่หน่วยงานของรัฐหากไม่มีหมายศาลและการรับข้อมูลเพื่อการตรวจวิเคราะห์ DNA ก็จะทำโดยการเก็บตัวอย่างน้ำลายจากลูกค้าโดยตรง ทั้งนี้เพราะเกรงว่าหากหลบเอาข้อมูลดีเอ็นเอจากลูกค้าในรูปแบบไฟล์ดิจิทัลออกเสี่ยงต่อการปลอมแปลงข้อมูลโดยผู้ไม่หวังดีได้ (Molteni, 2018)

3.4.3 การแก้ไขจีโนมและบำบัดด้วยยีน

การปรับแต่งจีโนม เป็นเทคโนโลยีในการเปลี่ยนแปลงรหัสพันธุกรรมที่ตำแหน่งจำเพาะของสิ่งมีชีวิตให้คงอยู่อย่างถาวร โดยนำเอาชิ้นส่วน DNA ที่ปกติสอดแทรกเข้าไปทดแทนในบริเวณเป้าหมายของจีโนมหรือการทำให้ส่วนของ DNA ที่ผิดปกติหลุดออกไป ทำใหยีนที่ผิดปกติไม่สามารถแสดงออกได้อีกต่อไป นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มมองว่าเทคโนโลยีนี้สามารถนำไปใช้รักษาโรคที่เกิดจากไวรัสได้ด้วยเช่น HIV ไวรัสตับอักเสบบี เป็นต้น

การบำบัดด้วยยีน คือ กระบวนการที่อาศัยเทคนิคการปรับแต่งจีโนมของสิ่งมีชีวิตโดยการนำยีนปกติเข้าสู่เซลล์เพื่อทดแทนยีนที่ผิดปกติหรือยีนที่ทำให้เกิดโรค หรืออาจเป็นยีนที่

สามารถแก้ไขความผิดปกติในร่างกายและให้ผลทางการรักษาได้ จากเอกสารทบทวนทางการแพทย์ ปี 2019 อธิบายถึงปัญหาและความกังวลในการแก้ไขจีโนมมนุษย์ประกอบไปด้วย ประเด็นความปลอดภัยกรณีใช้ไวรัสเป็นตัวนำยีนเข้าสู่เซลล์ซึ่งอาจเกิดปัญหาในด้านความเป็นพิษ การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน และการอักเสบ ความกังวลด้านความเสถียรของยีนที่ใช้ เนื่องจากธรรมชาติของเซลล์หลายชนิดแบ่งตัวเร็วทำให้ยีนที่ใส่เข้าไปแทรกตัวในจีโนมของโฮสต์ไม่เสถียร จึงเป็นอุปสรรคทำให้ผู้ป่วยต้องได้รับการทำยีนบำบัดหลายครั้ง ซึ่งอาจจะเกิดกรณีแก้ไขจีโนมผิดพลาดได้ เพื่อเพิ่มสมรรถนะของมนุษย์ที่ไม่ใช่แนวทางการรักษาในอนาคต (บุศมาพร กันทะวัง, 2562)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยี DNA ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ประเด็นพืชตัดแปรพันธุกรรม การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint) กับนิติวิทยาศาสตร์ และการแก้ไขจีโนมและยีนบำบัด มาเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทบาทสมมติให้นักเรียนต้นพลเมืองในสังคมและหาแนวทางในการปฏิบัติจากบทบาทสมมตินั้นเพื่อให้ให้นักเรียนได้นำความรู้ทางเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจในสังคมได้จริง

3.5 การวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวถึงการวัดและการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ไว้ว่าต้องมีการวัดและประเมินผลควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม และค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน มีการประเมินความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ของนักเรียนไปสู่บริบทชีวิตจริง ซึ่งการประเมินสามารถทำได้โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนกำหนด เช่น การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การประเมินผลงานหรือชิ้นงาน การประเมินแฟ้มสะสมงาน บันทึกการเรียนรู้ หรือรายงานการประชุมจากการปรึกษาหารือคำตอบร่วมกันของนักเรียน

3.6 ผลดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมส่งผลดีและช่วยพัฒนาทักษะต่างๆของนักเรียนหลายด้าน ดังนี้

1. ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การอธิบายปรากฏการณ์ การประเมินค่า การแปลความหมายข้อมูล และส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีการโต้แย้ง โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในมุมมองที่หลากหลายทั้งข้อดีและข้อเสียที่ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยตัดสินใจ เลือกแนวทางการปฏิบัติในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษาโดยคำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรมของสังคม

3. ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์

4. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความรู้สึที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และเกิดความกระตือรือร้นกับสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงเน้นให้เหตุผลเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับมุมมองความชัดเจน ความขัดแย้ง ประเด็นทางสังคมนักเรียนมีโอกาสเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้เห็น คุณค่าของตนเอง และได้แลกเปลี่ยนทัศนคติกับผู้อื่นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. ส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

6. ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจของผู้ให้เรียนในบทเรียนมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน

7. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เทคโนโลยี

8. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อศึกษาหลักการในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษา ทำให้เกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนมากขึ้น และเกิดความสนุกสนานขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

9. นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมพันธุ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบตัวต่อทำให้ได้มองเห็นผลกระทบของประเด็นที่ศึกษาในหลายมุมมอง

โดยสรุปผลดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และทักษะขั้นสูง ให้ได้วิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในมุมมองที่หลากหลายทั้งข้อดีและข้อเสียที่ เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน การรู้สิ่งแวดล้อมเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้เทคโนโลยี ทำให้ได้มองเห็นผลกระทบของประเด็นที่ศึกษาในหลายมุมมองความรู้ความเข้าใจของผู้ให้เรียนในบทเรียนมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน

ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่าทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีความหมายของทักษะการโต้แย้ง รูปแบบของการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล องค์ประกอบในการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เกณฑ์การวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษาดังนี้

1. ความหมายของทักษะการโต้แย้ง

Driver et al. (2000) การโต้แย้ง คือ การโต้แย้งเป็นทักษะที่เกิดจากการศึกษาวิธีการสร้างและอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

Kuhn and Udell (2003) ทักษะการโต้แย้ง คือ จากที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนหรือกลุ่มคน มีทัศนคติหรือความเห็นที่ตรงข้ามกัน

Oulton (2004) ทักษะการโต้แย้ง คือการที่มีคนจำนวนหนึ่งมาถกเถียงกันเกี่ยวกับเรื่องใด เรื่องหนึ่ง การโต้แย้งส่วนใหญ่จะเน้นว่าจะอะไรคือสิ่งที่ควรทำเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ บางครั้งก็มีความแตกต่างกันในเรื่องแนวความเชื่อหลักหรือแนวความเข้าใจของปัญหา นั้นๆ ของคนที่มาโต้แย้งกันซึ่งพื้นฐานของการโต้แย้งอาจเกิดจากความแตกต่างหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งปัจจัยอาทิเช่น

1. ศาสนา (เช่นการทำแท้ง)
2. ความแตกต่างของเชื้อชาติ (ความเชื่อมโยงของเชื้อชาติและสติปัญญา)
3. ประเด็นปัญหาทางด้านคุณธรรม

Besnard and Hunter (2008) ทักษะการโต้แย้ง คือความสามารถในการแสดงทรรศนะที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล 2 ฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายพยายามใช้ข้อมูลสถิติหลักการเหตุผลการอ้างถึงทรรศนะของผู้รู้ เพื่อสนับสนุนทรรศนะของตน และใช้เป็นขั้นตอนของการนิรนัยเหตุผลตั้งแต่ 1 ข้อหรือมากกว่าสำหรับข้อมูลที่ใช้นั้น เรียกว่าหลักฐานสนับสนุนการโต้แย้ง ส่วนข้อสรุปเรียกว่าข้อกล่าวอ้างของการโต้แย้ง และหลักฐานสนับสนุนการโต้แย้งจะเป็นการให้เหตุผลสำหรับข้อกล่าวอ้างในการโต้แย้ง

Zeidler and Nichols (2009) กล่าวว่าทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เป็นกระบวนการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ และขั้นตอนเพื่อสนับสนุนการกระทำแนวคิด หรือทฤษฎี ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ มีการตัดสินใจในการแสดงความคิดเห็นมีการอภิปรายอย่างมีเหตุผล โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ประกอบรวมทั้งมีการตีความ และประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมา และสามารถตั้งคำถามและตอบคำถามในประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล หมายถึง ทักษะที่เกิดจากการแสดงความคิดเห็น และการแสดงออกของเหตุผลหรือทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยมีบุคคลที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันทางความเชื่อ ตั้งแต่สองฝ่ายขึ้นไป ในประเด็นปัญหาด้านความเหมาะสม คุณธรรมจริยธรรม โดยใช้กระบวนการทางการให้เหตุผล ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่น่าเชื่อถือเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

โดยสรุป ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เป็นทักษะที่เกิดจากการแสดงทัศนะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นประเด็นปัญหา โดยมีบุคคลที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันทางความเชื่อ ตั้งแต่สองฝ่ายขึ้นไป ซึ่งใช้กระบวนการการหาเหตุผล โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิดของตน ในการแสดงออกเพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย หรือรับรู้

2. รูปแบบของการโต้แย้ง

การโต้แย้ง มี 3 รูปแบบ คือ (Zuhal Oguz Çakir, 2011)

2.1 การโต้แย้งเชิงโวหาร (Rhetorical argument) คือ การระบุข้อกล่าวอ้าง และชักชวนบุคคลให้เชื่อถือ (Driver et al., 2000) ใช้ในชั้นเรียนทั่วไป เช่น ครูยกโวหารเพื่ออธิบายหัวข้ออย่างมีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความรู้วิทยาศาสตร์ เสนอเหตุผล และชักชวนให้เชื่อถือ การโต้แย้งเชิงโวหารมีข้อจำกัดที่นักเรียนรับรู้ความรู้วิทยาศาสตร์ตามความเชื่อของครูซึ่งมีจำกัด และ ยังจำกัดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเชิงโวหารแบ่งเป็น

2.1.1 การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (rational argumentation) การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยผู้สอนให้เหตุผลและหลักฐานของความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเชื่อและเรียนรู้ความรู้นั้น

2.1.2 การโต้แย้งตามแบบแผน (traditional arguments) ผู้สอนเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแหล่งความรู้ที่น่าเชื่อถือ ชักชวนนักเรียนให้เรียนรู้และเชื่อตาม

2.2 การโต้แย้งเชิงวิเคราะห์ (analytical argument) โดยใช้พื้นฐานทางทฤษฎีตรรกะเพื่อให้ได้ข้อสรุปด้วยการอุปนัย หรือ นิรนัย มีตำราและผู้สอนเป็นสำคัญ นักเรียนไม่สามารถตั้งคำถามเพื่อค้นหาหลักฐาน วิพากษ์ พิจารณาตัดสิน และสอบถามความรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนเป็นผู้ถามและนักเรียนตอบ ผู้สอนประเมินคำตอบว่า นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์หรือยัง นักเรียนไม่มีโอกาสในการโต้แย้งที่ส่งเสริมการสร้างความรู้โดยการสำรวจตรวจสอบ

2.3 การสนทนาโต้แย้ง (dialogical argument) เป็นการโต้แย้งในกลุ่มบุคคลสองฝ่าย ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในการโต้แย้ง ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางให้นักเรียนพัฒนาการโต้แย้งด้วยการ

มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ตัดสินใจ วิพากษ์ และสรุปด้วยกัน ส่งเสริมนักเรียนเกิดความรู้วิทยาศาสตร์อย่างเข้าใจลึกซึ้ง เข้มข้น และมีความหมาย และนำไปสู่การพัฒนาความรู้ระดับอภิปัญญา

สรุปได้ว่า การโต้แย้ง มี 3 รูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยทำการวิจัยรูปแบบการโต้แย้งเชิงโวหาร การระบุข้อกล่าวอ้าง และชักชวนบุคคลให้เชื่อถือ โดยใช้การโต้แย้งเชิงโวหารที่เป็นการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการให้เหตุผลและหลักฐานของความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เชื่อและเรียนรู้ความรู้นั้น และการโต้แย้งตามแบบแผน เป็นการแนวคิดวิทยาศาสตร์จากแหล่งความรู้ที่น่าเชื่อถือ ชักชวนให้เรียนรู้และเชื่อตาม

3. องค์ประกอบทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

Chang and Chen (2009) ได้เสนอแนวทางและองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ดังนี้

1. ข้อมูล (Data) หมายถึง ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำมาช่วยสนับสนุนข้อเสนอในการเรียกร้องสนับสนุน (Claim)
2. ข้อเสนอในการเรียกร้อง (Claim) หมายถึง ข้อเสนอที่ต้องการจะให้เกิดขึ้น ที่นำไปสู่ข้อโต้แย้ง
3. เหตุผลสนับสนุนข้อเสนอในการเรียกร้อง (Warrant) หมายถึง เหตุผล กฎเกณฑ์ หลักการที่ทำให้ความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล (Data) กับข้อเสนอในการเรียกร้อง (Claim) มีความน่าเชื่อถือหรือสมเหตุสมผล
4. เหตุผลที่สนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) หมายถึง ข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับโดยทั่วไปซึ่งใช้สร้างความน่าเชื่อถือให้กับเหตุผลข้อเสนอในการเรียกร้อง (Warrant)
5. ความเป็นไปได้ (Qualifier) หมายถึง สภาวะและปัจจัยที่ทำให้ข้อเสนอในการเรียกร้อง (Claim) เป็นไปได้
6. เหตุผลคัดค้าน (Rebuttal) หมายถึง สิ่งที่กำหนดสภาพการณ์หรือเงื่อนไขที่ข้อเสนอในการเรียกร้องไม่เป็นจริง

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่าประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter Claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอนั้นมีความน่าเชื่อถือซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สิกลีน รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษา งานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือหรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอได้

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter Claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึงหรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

อัศวิน ธนะปะต (2558) ได้แยกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ 5 องค์ประกอบเพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือต่าง ๆ ให้ครอบคลุมทั้ง 5 องค์ประกอบได้แก่

1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) เป็นการเลือกข้างหรือเลือกที่จะแสดงความเห็นตามความสนใจของตนเอง

2. เหตุผลสนับสนุน (warrant) เป็นการให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างนั้นมี ความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (evidence) เป็นข้อเท็จจริง เป็นข้อมูลเพื่ออธิบายเหตุผลทำให้เหตุผลนั้นน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยหลักฐานนั้นจะต้องมีแหล่งข้อมูลหรือที่มีที่มีความน่าเชื่อถือ

4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (counter argument) เป็นการระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (counter claim) พร้อมทั้งให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุน

5. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (supportive argument) เป็นการโต้แย้งเพื่อที่ทำให้ข้ออ้างอื่นๆ ที่แตกต่างของตนเองตกไป โดยการใช้เหตุผลมาสนับสนุนจนทำให้ความน่าเชื่อถือของข้ออ้างต่างๆ ลดลงและตกไปในที่สุด

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งระดับต่างๆ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง หมายถึงการแสดงออกว่าตนสนับสนุน หรือคัดค้านข้อความประเด็นปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น
2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หมายถึง เหตุผลที่แสดงเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตัวเองว่าเห็นด้วยเพราะอะไร หรือไม่เห็นด้วยเพราะอะไร
3. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป หมายถึง การให้เหตุผลที่สนับสนุนกับความคิดเห็นที่เห็นแย้งต่างกับการตัดสินใจของตนเองได้
4. เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ หมายถึง การให้เหตุผลเพื่อชักชวนให้ฝ่ายที่เห็นแย้งต่างจากตนเห็นด้วยกับเหตุผลของตนเองได้
5. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล หมายถึง หลักฐานที่มีแหล่งข้อมูลห้องเพื่อสนับสนุนเหตุผลของตัวเองที่นำมากล่าวอ้าง

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนประกอบไปด้วย 1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims) คือ นักเรียนสามารถนำเสนอความคิดเห็น ข้อคิดเห็นซึ่งเป็นการแสดงจุดยืนของตนเองซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการศึกษาข้อมูล การทดลองจากสถานการณ์ 2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้นถึงเหตุผลที่นักเรียนถึงมีข้อกล่าวอ้างเช่นนั้น 3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument) คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดที่แสดงว่าข้อกล่าวอ้างของฝ่ายที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองเพื่อแย้งแนวคิดของฝ่ายตรงข้ามอย่างเป็นเหตุเป็นผล 4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) คือ นักเรียนสามารถระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองให้น่าเชื่อถือมากขึ้น หรือโต้แย้งฝ่ายตรงข้ามให้ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลแนวคิด และหลักฐานของฝ่ายตรงข้ามไม่ถูกต้องหรือไม่น่าเชื่อถือ 5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence) คือ นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานหรือข้อเท็จจริงที่สนับสนุนเหตุผลและข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้นในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

4. เกณฑ์การวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

Sadler and Fowler (2006) ที่ทำการศึกษานำแนวคิดวิทยาศาสตร์มาตอบคำถามในประเด็นเรื่องพันธุวิศวกรรม ในกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มนักเรียนระดับอุดมศึกษาที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ และกลุ่มนักเรียนระดับอุดมศึกษาที่มีความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งที่มุ่งเน้นเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Grounds) และการโต้แย้งกลับข้อกล่าวอ้าง (Counter position) ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบมาตราประมาณค่าแบบ 5 ระดับ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การวัดทักษะในการโต้แย้งของ Sadler and Fowler (2006)

คะแนน	ลักษณะการแสดงออก	ตัวอย่างการแสดงออก
0	ไม่แสดงเหตุผล (No Justification)	การโคลนนิ่ง ตอบ ใช้คิดว่าทำให้เกิดการพัฒนา
1	แสดงเหตุผลอย่างไม่มีหลักการ (Justification with no Grounds)	การใช้ยีนรักษาโรคฮันติงตัน ตอบ ถ้าทำให้หยุดความเจ็บปวดได้ควรทำ
2	แสดงเหตุผลโดยอาศัยความรู้เดิม (Justification with Simple Grounds)	การโคลนนิ่งเพื่อการสืบพันธุ์ ตอบ คิดว่าไม่ถูกต้องเพราะถ้าคุณไม่สามารถมีบุตรแสดงว่าพระเจ้าไม่ประสงค์จะให้คุณมีบุตร ขึ้นอยู่กับความต้องการของสวรรค์
3	แสดงเหตุผล โดยมีการขยายความรู้เดิม (Justification with Elaborated Grounds)	การบำบัดโรคด้วยยีน ตอบ ความแตกต่างระหว่างคนรวยและคนจน ในการจ่ายค่ารักษา อาจจะทำให้เกิดปัญหาในสังคม เพราะเกิดความเหลื่อมล้ำในการบำบัดด้วยยีน ซึ่งอาจทำให้เกิดความยุ่งยากในสังคมมากขึ้น
4	แสดงเหตุผลโดยมีการขยายความรู้เดิมและแสดงการโต้แย้ง (Justification with Elaborated and Counter-position Grounds)	การใช้ยีนรักษาโรคฮันติงตัน ตอบ การรักษาโรคด้วยยีนควรทำเท่าที่จำเป็นคนที่มียีนปกติ ถ้ามีวิธีการรักษาด้วยวิธีอื่น ก็ไม่จำเป็นที่จะรักษาด้วยการใช้ยีนอีกทั้งการรักษาโรคด้วยยีนก็ไม่สามารถการันตีว่าจะสามารถช่วยรักษาโรคได้ทุกชนิด

Lin and Mintzes (2010) ได้ทำการประเมินทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยแบบประเมินทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่สร้างขึ้น แบบประเมินประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมรอบๆบริเวณเขตอุทยานป่าไม้แห่งชาติที่ก่อตั้งขึ้น ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ดังนี้

1. แบบประเมินการสร้างคำกล่าวอ้าง และเหตุผลสนับสนุนคำกล่าวอ้าง ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการก่อตั้งเขตอุทยานป่าไม้แห่งชาติ เพราะอะไร
2. แบบประเมินการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างกันไป โดยให้นักเรียนบอกเหตุผลของคนที่อาจไม่เห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างของเรา เพราะว่ามีเหตุผลอย่างไรที่ไม่เห็นด้วยกับเรา
3. แบบประเมินเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายว่านักเรียนจะเชิญชวนด้วยเหตุผลให้คนที่ไม่เห็นด้วยกับคำกล่าวอ้างของเราให้เห็นด้วยกับเราได้ได้อย่างไร
4. แบบประเมินการใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยให้อ้างถึงหลักฐานเพื่อสนับสนุนเหตุผลของนักเรียนในข้อ 1 และ 3

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหามีแนวโน้มที่จะไม่ทราบข้อกล่าวอ้าง และไม่มีการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และนักเรียนที่มีผลการเรียนค่อนข้างสูงจนถึงสูง มีแนวโน้มที่สามารถสร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ

Sadler and Donnelly (2006) ได้ศึกษาผลของความรู้ในเนื้อหาและจริยธรรมที่มีต่อทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุวิศวกรรม ยีนบำบัด และการโคลนนิ่ง โดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้ง 3 ด้าน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล แนวคิดที่หลากหลาย และเหตุผลที่คัดค้าน โดยในแต่ละด้านจะมีมาตรประมาณค่า แบบ 3 ระดับ คือ 0, 1, 2 ดังตารางที่ 3



ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ Sadler and Donnelly (2006)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อกล่าวอ้างและ การให้เหตุผล	2	โต้แย้งได้โดยใช้เหตุผลที่เหมาะสมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง
	1	โต้แย้งได้แต่ให้เหตุผลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้น้อย
	0	ให้เหตุผลที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง
แนวคิดที่ หลากหลาย	2	ให้แนวคิดที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง
	1	ให้แนวคิดที่หลากหลายได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
	0	ไม่สามารถให้แนวคิดที่หลากหลายได้แม้จะถูกกระตุ้นด้วยคำถาม
เหตุผลที่คัดค้าน	2	โต้แย้งกลับได้อย่างเหมาะสม
	1	โต้แย้งกลับได้แต่ไม่เหมาะสม
	0	ไม่สามารถโต้แย้งกลับได้

กฤษฎา ทองประไพ (2559) ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งเพื่อจะได้จัด
กลุ่มคำตอบของนักเรียนและเห็นการพัฒนาของทักษะการโต้แย้งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 4



ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ ภาษา ท่องประไพ (2559)

ระดับ ทักษะการ โต้แย้ง	เกณฑ์การประเมิน			
	การสร้างข้อกล่าว อ้างและการให้ เหตุผล	การสร้างการโต้ กลับ	การสร้าง ข้อสนับสนุนการ โต้แย้งรวมทั้งการ คัดค้าน	การสร้างหลักฐาน
ดีมาก	ระบุข้อกล่าวอ้างและ ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อกล่าว อ้างได้มากกว่า 2 เหตุผล ขึ้นไป	แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผลได้มากกว่า 2 หลักฐานขึ้นไป	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ ต่างจากของตนเอง และให้เหตุผล สนับสนุนได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ทำให้ ข้อโต้แย้งอื่น มีความน่าเชื่อถือ ลดลงได้มากกว่า 2 เหตุผลขึ้นไป
ดี	ระบุข้อกล่าวอ้างและ ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ตั้งแต่ 1 – 2 เหตุผล	แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผลได้ 1–2 หลักฐาน	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ ต่างจากของตนเอง และให้เหตุผล สนับสนุนตั้งแต่ 1–2 เหตุผล	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และให้เหตุผลที่ทำให้ ข้อโต้แย้งอื่น มีความ น่าเชื่อถือลดลงตั้งแต่ 1–2 เหตุผล
พอใช้	ระบุข้อกล่าวอ้างและ ให้เหตุผลโดยเหตุผล นั้นแสดงอารมณ์ ความรู้สึกร่วมกับการ ให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ	แสดงหลักฐาน สนับสนุน การให้เหตุผลได้แต่ หลักฐานนั้นมาจาก อารมณ์ความรู้สึก	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง ที่ต่างจากของตนเอง แต่ให้เหตุผล สนับสนุนได้	โต้แย้งกลับได้ตรง ตามประเด็นที่แย้งแต่ เหตุผลไม่สามารถทำ ให้ข้อโต้แย้งอื่นมี ความน่าเชื่อถือลดลง ได้
ควร ปรับปรุง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง เหตุผล หรือระบุข้อ กล่าวอ้าง ให้เหตุผลที่ แสดงอารมณ์ และความรู้สึก	ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนการให้ เหตุผล	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง ที่ต่างจากของ ตนเองและไม่ให้ เหตุผลสนับสนุน	โต้แย้งกลับได้ไม่ตรง ตามประเด็นที่แย้ง และไม่ให้เหตุผลที่ทำให้ ข้อโต้แย้งอื่นมี ความน่าเชื่อถือลดลง

ภาวิณี รัตนคอน (2561) เกณฑ์การประเมินการโต้แย้งตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้มีลักษณะแบบมาตราส่วนค่าที่มีคะแนน 3 ระดับ คือ 0-2 โดยให้คำถามแต่ละประเด็นมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน เพื่อสะดวกต่อการจัดระดับทักษะการโต้แย้งของนักเรียน และเปลี่ยนองค์ประกอบการโต้แย้งด้านหลักฐานให้เป็นตัวอย่างหรือเหตุการณ์เพื่อลดความสับสน ได้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 5 ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งของ ภาวิณี รัตนคอน (2561)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อกล่าวอ้าง	2	บอกข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
	1	บอกข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ชัดเจน
	0	ไม่บอกข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล	2	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้มากกว่า 1 ประเด็น
	1	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ 1 ประเด็น
	0	ไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือให้เหตุผลสนับสนุนที่ไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์
การโต้แย้งกลับ	2	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง และมีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์
	1	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง แต่มีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์
	0	ไม่โต้แย้งกลับ หรือโต้แย้งกลับแต่ไม่ถูกต้อง
การให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับ	2	ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์และเป็นเหตุผลที่โต้แย้งกลับ เหตุผลในข้อที่ 2
	1	ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการให้เหตุผลในข้อที่ 1
	0	ไม่ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับ หรือให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับที่ไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์
ตัวอย่าง/ เหตุการณ์	2	ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์สนับสนุนความคิดเห็นที่เป็นข้อเท็จจริง
	1	ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็นแต่ไม่เป็นข้อเท็จจริง
	0	ไม่ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้เกณฑ์การวัดทักษะการโต้แย้ง เป็นมาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ซึ่งประกอบด้วย การระบุข้อกล่าวอ้าง, การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง, การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง, การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ, และการให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม โดยแต่ละสถานการณ์มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 รายการประเมิน คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การระบุข้อกล่าวอ้าง	2	บอกข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
	1	บอกข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ชัดเจน
	0	ไม่บอกข้อกล่าวอ้าง
การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	2	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมากกว่า 1 ประเด็น
	1	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 1 ประเด็น
	0	ไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	2	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมากกว่า 1 ประเด็น
	1	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 1 ประเด็น
	0	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ	2	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง และมีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
	1	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง แต่มีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
	0	ไม่โต้แย้งกลับ หรือโต้แย้งกลับแต่ไม่ถูกต้อง
การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม	2	ให้เหตุผลโดยการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์สนับสนุนความคิดเห็นที่เป็นข้อเท็จจริง
	1	ให้เหตุผลโดยการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น แต่ไม่เป็นข้อเท็จจริง
	0	ไม่ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น

5. วิธีการแปลผลคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

Erduran, Simon and Osborne (2004) ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไว้ 5 ระดับ โดยคำถามแต่ละประเด็นจะมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน และได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ตามองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ กำหนดช่วงคะแนนในการวัดระดับไว้ดังนี้

ระดับดีมาก	มีคะแนนในช่วง	8 – 10 คะแนน
ระดับดี	มีคะแนนในช่วง	6 – 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	มีคะแนนในช่วง	4 – 5 คะแนน
ระดับต่ำ	มีคะแนนในช่วง	2 – 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	มีคะแนนในช่วง	0 – 1 คะแนน

ภาวิณี รัตนคอน (2561) ได้นำงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) มาเป็นพื้นฐานปรับเปลี่ยนเกณฑ์การประเมินการโต้แย้งใหม่ เพื่อลดความสับสนในองค์ประกอบด้านหลักฐาน โดยร่างเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งที่มุ่งเน้นการประเมินด้านการนำเหตุผลที่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์มาตอบ เพื่อให้แก่นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์มาอธิบายเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริงได้ ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินการโต้แย้งแบบไม่กำหนดคะแนนสูงสุดในแต่ละประเด็นที่ศึกษา และให้คะแนนคำตอบตามเหตุผลที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 โดยคำถามแต่ละประเด็นจะมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน จากนั้นทำการจัดระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ระดับ ตามองค์ประกอบการโต้แย้งโดยนำคะแนนของแต่ละองค์ประกอบการโต้แย้ง ซึ่งกำหนดเป็นระดับของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ระดับดีมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 8 - 10 คะแนน
ระดับดี	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 6 - 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 4 - 5 คะแนน
ระดับต่ำ	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 2 - 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0 - 1 คะแนน

ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้วิจัยใช้วิธีการแปลผลคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยเกณฑ์การแปลผลคะแนนโดยอิงเกณฑ์ของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) เป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 8 - 10 คะแนน
ระดับดี	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 6 - 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 4 - 5 คะแนน
ระดับต่ำ	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 2 - 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0 - 1 คะแนน

6. ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

ความสำคัญของการโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษา (วรัญญา, 2563)

วิทยาศาสตร์ศึกษามีเป้าหมายให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ทั้งในแนวคิดหลักวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และสังคมมีอิทธิพลต่อกัน นักเรียนไม่เพียงรู้ว่าปรากฏการณ์ คืออะไร แต่จะต้องเชื่อมโยงปรากฏการณ์นั้นเกี่ยวกับเหตุการณ์อื่นได้ ทำไมจึงสำคัญ และแนวคิดเกี่ยวกับโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยความสำคัญของการโต้แย้ง มีดังนี้

1. การโต้แย้งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสนทนาโดยบุคคลที่ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ มีบทบาทในการสร้างคำอธิบาย รูปแบบ และ ทฤษฎี โดยการเสนอข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน (จากการสังเกต การลงข้อสรุป และทฤษฎี) ซึ่งจะนำไปสู่การโต้เถียง ทบทวน วิพากษ์
2. การโต้แย้งส่งเสริมความเข้าใจในทัศนคติของนักเรียน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนทัศนคติ โดยทำให้นักเรียนเกิดความไม่พึงพอใจในทัศนคติเดิมและทำให้นักเรียนเปิดรับทัศนคติวิทยาศาสตร์มากขึ้น ส่งเสริมการค้นหามโนทัศน์เดิม เปลี่ยนความเข้าใจในทัศนคติ และปรับสร้างโครงสร้างมโนทัศน์เดิมขึ้นใหม่
3. การโต้แย้งเป็นการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา
4. การโต้แย้งเป็นกระบวนการสร้างความรู้ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายสถานการณ์ สร้างทฤษฎี หรือ รูปแบบ และเป็นความก้าวหน้าของความรู้ เป็นการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์ การสนับสนุน การประเมิน การสำรวจและการพิสูจน์ เมื่อนักเรียนเข้าร่วมในการโต้แย้งจะเกิดความเข้าใจบรรทัดฐานและภาษาการโต้เถียงแบบวิทยาศาสตร์ และเข้าใจว่าความรู้สร้างขึ้นได้อย่างไร
5. การโต้แย้งช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการสร้างสมมติฐาน การลงข้อสรุป (inference) และการสรุป (conclusion)
6. การโต้แย้งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความตรงของความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้
7. การโต้แย้งช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร วิทยาศาสตร์ สังคมและวัฒนธรรมมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไรการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ และผ่านการตรวจสอบวิพากษ์วิจารณ์จากประชาคมนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร
8. การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ส่งเสริมการปลูกฝังคุณลักษณะของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย

9. ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ การยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง และความมีใจกว้าง เปิดโอกาสให้เรียนรู้ที่จะยอมรับผู้อื่น และทำนองเดียวกัน เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับจากผู้อื่น

10. ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การโต้แย้งแบบวิทยาศาสตร์พัฒนาพลเมืองให้เป็นผู้มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ วิเคราะห์ และมีส่วนร่วมในการสร้างทางสังคมด้วยการสื่อสารที่หลากหลาย

11. การโต้แย้งเป็นวิธีการที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์ และความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในชั้นเรียนที่มีความรู้ในสังคม-วัฒนธรรม เป็นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในพหุวัฒนธรรม (multi-cultural science)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การโต้แย้งกับวิทยาศาสตร์ศึกษามีความสำคัญ โดยการพัฒนาทักษะการโต้แย้ง เป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมคุณภาพการตัดสินใจตามข้อมูล และหลักฐานสำคัญประกอบการตัดสินใจ การโต้แย้งเป็นกระบวนการสืบเสาะ การพัฒนาทักษะการคิด และการส่งเสริมความเข้าใจระดับมโนทัศน์ รวมทั้งการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

พรพิมล คงเจริญสุข (2561) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และมโนทัศน์ชีววิทยา ผลวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลพัฒนาการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นจากระดับปานกลางไปสู่ระดับสูง

ภาวิณี รัตนคอน (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความเข้าใจได้ฝึกการเลือกใช้ข้อมูลและหลักฐานที่มีคุณภาพและเชื่อถือได้ในการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งการโต้แย้งที่ดีต้องนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งขึ้นจากงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) โดยสร้างเป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำนวน 3 สถานการณ์ และเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับที่สามารถนำคะแนนเฉลี่ยมาแปลผลเพื่อจัดกลุ่มระดับทักษะการโต้แย้งได้ โดยเมื่อนำเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งและแบบทดสอบทักษะการโต้แย้งที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดลองวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 คน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.33) มีทักษะการโต้แย้งระดับปานกลาง

บุศมาพร กันทะวัง (2562) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่ส่งเสริมการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และศึกษาผลการส่งเสริมการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่ส่งเสริมการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์ ต้องเลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ยังถกเถียงในสังคม สอดคล้องกับบทเรียน กิจกรรมบทบาทสมมติ ให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์หลักการทางพันธุศาสตร์ และส่งเสริมการนำความรู้ไปสังเคราะห์เป็นแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยนักเรียนมีระดับการเรียนรู้พื้นฐานศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13.73 เป็นร้อยละ 76.00 หรือจากระดับต่ำเป็นระดับสูง

เมธานนท์ สง่าชาติ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในบทเรียนเรื่อง ฮอว์โมน และต่อมไร้ท่อ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้ ทั้ง 3 สถานการณ์ แต่หลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับจากระดับเดิม

พิชญา ศิลาอม (2562) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และ เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและวัฏจักรชีวิตของพืชดอกให้มีประสิทธิภาพ 75/75 และเพื่อศึกษาการพัฒนาของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและวัฏจักรชีวิตของพืชดอกมีประสิทธิภาพ E_1/E_1 เท่ากับ 77.48/82.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบแยกเป็นรายด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเฉลี่ย ด้านข้อกล่าวอ้างมากที่สุด คือร้อยละ 100 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านหลักฐานน้อยที่สุดคือร้อยละ 71.80

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ คือ 1) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 2) แบบสัมภาษณ์และ 3) แบบสังเกตการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 15 คน คิด

เป็นร้อยละ 40.5 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 แยกออกเป็นอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 35.2 และระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 โดยองค์ประกอบที่โต้แย้งที่นักเรียนพัฒนามากที่สุดคือ ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุน ข้ออ้างส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม

สุทธิดา แหวนหล่อ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน การวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 9.62 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.16 มีนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดี จำนวน 18 คน และนักเรียนที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีจำนวน 3 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.87 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีทั้งหมด 21 คน

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Sadler and Fowler (2006) ได้ศึกษารูปแบบเริ่มต้นการเชื่อมต่อกับความรู้ในเนื้อหาสำหรับการโต้แย้งในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม จากการศึกษาในครั้งนี้ต้องการสำรวจความคิดเห็นของแต่ละบุคคลที่นำมาใช้เป็นความรู้ในเนื้อหาเชิงวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ใช้เทคนิควิธีแบบผสม (Mixed-Methods) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในระดับวิทยาลัยสาขาวิทยาศาสตร์ ดีกว่ากลุ่มอื่น ในการให้เหตุผลที่มีคุณภาพ และความรู้ที่แสดงเหตุผล ส่วนกลุ่มนักเรียนระดับมัธยม กับนักเรียนระดับวิทยาลัยที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกันในการโต้แย้งตามด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ทุกกลุ่มเกี่ยวกับสังคมจริยธรรม ให้ความคิดเห็นในทำนองเดียวกันเกี่ยวกับประเด็นพันธุวิศวกรรมศาสตร์ แต่นักเรียนระดับวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์มีการอ้างอิงความรู้ในเนื้อหาที่เฉพาะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ในการให้เหตุผลในการเรียกร้องจากผลลัพธ์ดังกล่าวสนับสนุน รูปแบบการเรียนการสอนจุดเริ่มต้นของการเชื่อมต่อในเนื้อหา

Sadler and Donnelly (2006) ได้ศึกษาผลของความรู้ในเนื้อหาและจริยธรรมที่มีต่อทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุวิศวกรรม ยีนบำบัด และการโคลนนิ่ง จำนวน 56 คน โดยเลือกมาจากนักเรียนห้องเรียน

เคมีฟิสิกส์กายภาพศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ทางทะเล เครื่องมือวัดผลมี 3 ชุดคือ แบบทดสอบความเข้าใจพันธุศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม และแบบวัดคุณภาพการโต้แย้ง สถิติที่ใช้กับแบบทดสอบ ได้แก่ การถดถอยเชิงคุณธรรม ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ในเนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์และความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมไม่มีผลต่อคุณภาพของการโต้แย้งแต่มีความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของความรู้พันธุศาสตร์กับคุณภาพการโต้แย้ง อย่างไรก็ตามนักเรียนรับรู้ว่าประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นปัญหาทางด้านจริยธรรม

Elks (2010) ได้ศึกษาการสอนวิชาเคมีที่มีความเกี่ยวข้องและส่งเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นที่ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงและเป็นข้อโต้แย้ง พบว่า นักเรียนมีโอกาสได้วิเคราะห์ปัญหา ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายหรือแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นทางสังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านการแสดงบทบาทสมมติ และสะท้อนความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการได้

Lin and Mintzes (2010) ได้ศึกษาผลการสอนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศไต้หวันโดยใช้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนทักษะการโต้แย้งและประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 8 เดือน ผลการวิจัยพบว่า การมีทักษะการโต้แย้งไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติกับการสอนการฝึกทักษะการโต้แย้ง แต่สัมพันธ์กับระดับความสามารถของนักเรียนโดยนักเรียนที่มีความสามารถสูงสามารถเสนอข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์ได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำนักเรียนที่มีความสามารถสูงสามารถสร้างเหตุผลคัดค้านได้ มากกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำหลังจากการสอนดังกล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่มีความสามารถสูงยังไม่เข้าใจอย่างสมบูรณ์เกี่ยวกับความหมายของหลักฐานและมักใช้เหตุผลสนับสนุนว่าเป็นหลักฐาน

Vaille and Grady (2013) ได้ศึกษาการนำการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเข้าสู่การเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ศึกษาว่าทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผล และความเข้าใจใน เรื่องพันธุศาสตร์ของนักเรียน 133 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบประเด็นปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผล และความรู้ทางพันธุศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุมจำนวน 160 คนที่มีการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01

Bosser (2015) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมในห้องเรียนของครู สามารถช่วยให้ครูเกิดการพัฒนาในด้านใดบ้าง และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจะทำนายครูผู้สอนอย่างไร ทำการศึกษาโดยใช้การบันทึกเสียง

และวิถีโอระหว่างการสอนของครูวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น เน้นศึกษาพฤติกรรมของผู้สอน และนักเรียนในห้องเรียน บันทึกปัญหาที่พบหลังจากจบบทเรียนของผู้สอน และวิถีโอบทสนทนา ระหว่างครูผู้สอนกับครูพี่เลี้ยง หลังจากนั้นวิเคราะห์ผล พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนได้เกิด ความตระหนักในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลการศึกษายังมีความ ขัดแย้งด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แต่การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้น เป็นประโยชน์ต่อการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ของครูเพิ่มมากขึ้น

Sally Gutierrez (2015) ได้ศึกษาการบูรณาการประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์เพื่อ เพิ่มทักษะการตัดสินใจทางจริยธรรมของนักเรียนมัธยมปลาย ผลของการทดสอบ t-test ตัวอย่าง อิสระและที่เกี่ยวข้องในคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทดสอบของนักเรียน 72 คนเผยให้เห็นอย่างมี นัยสำคัญว่าการรวมประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ในบทเรียนชีววิทยามีประโยชน์ในการเพิ่ม ทักษะการตัดสินใจทางจริยธรรมทางชีวภาพ นอกจากนี้ เนื่องจากปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ถูกรวมเข้าในบทเรียน การโต้ตอบและการโต้แย้งในชั้นเรียนของนักเรียนจึงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และ ทำให้พวกเขาสามารถให้คำตอบในเชิงบวกละเอียดยิ่งขึ้น และในเชิงลึกพร้อมคำอธิบายที่หลากหลาย ยิ่งขึ้น

Cebesoy (2017) ได้ศึกษาการรู้พันธุศาสตร์ของผู้สอนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ทักษะคิด และมุมมองในการสอนนักเรียน โดยศึกษาระดับของการรู้พันธุศาสตร์ของผู้สอนวิทยาศาสตร์ ทักษะคิด และความเข้าใจการสอนประเด็นการรู้พันธุศาสตร์คืออะไร และลักษณะของผู้สอนวิทยาศาสตร์ สามารถทำนายระดับการรู้พันธุศาสตร์ ทักษะคิดต่อประเด็นเกี่ยวกับการรู้พันธุศาสตร์และการรับรู้ของ การสอนประเด็นการรู้พันธุศาสตร์ได้อย่างไร โดยงานวิจัยใช้แบบทดสอบหลายตัวเลือกประยุกต์มา จากวันระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักศึกษาปริญญาตรี เนื้อหาทางด้านพันธุศาสตร์ การถ่ายทอดยีน และการแสดงออกของยีน การควบคุมของยีน วิวัฒนาการ และพันธุศาสตร์กับสังคม วิเคราะห์ผลโดย การหาความสัมพันธ์ของสองตัวแปร พบว่าผู้หญิงจะมีระดับความสนใจพันธุศาสตร์ระดับสูง และการรู้ พันธุศาสตร์สูงกว่า และมีทักษะคิดเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ในระดับดีและผู้สอนยังเชื่อว่าการรู้พันธุศาสตร์ ทำให้ตนเองมีความสามารถและมีการรู้พันธุศาสตร์ของผู้สอนช่วยส่งเสริมในการจัดการเรียนรู้ของ ตนเองได้ดีขึ้น

Alindra (2018) ได้ศึกษาทักษะการโต้แย้งและการใช้เหตุผลในประเด็นทางสังคมศาสตร์ เพื่อให้อาจสามารถสร้างบุคคลที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้ความรู้และหรือ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในที่สาธารณะเป็นการสำนึกในความรู้ที่ได้รับจากนักเรียนที่โรงเรียน มีหลาย วิธีในการพัฒนาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือทักษะการโต้แย้งในประเด็นทางสังคม วิทยา ประเด็นทางสังคมวิทยาคือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และประเด็นตามปัญหา การโต้แย้ง การ

อภิปรายสาธารณะที่ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากการเมืองและสังคม การเขียนโดยวิธีศึกษาวรรณคดีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งของนักเรียน เพื่อให้สามารถเผชิญกับความท้าทายในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วยการเรียน การประยุกต์ใช้ทักษะการโต้แย้งในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ทางสังคมในชีวิตประจำวัน การโต้แย้งและการให้เหตุผล ตลอดจน Toulmin Argumentation Patter เป็นรูปแบบที่ใช้ในการเข้าถึงทักษะการโต้แย้งของนักเรียน

Hasibuan (2020) ได้ศึกษาทักษะในการโต้แย้ง: การใช้การเรียนรู้โดยใช้อาร์กิวเมนต์ (AbL) และประเด็นทางสังคม – วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักศึกษามหาวิทยาลัยในด้านเคมี พบว่า ทักษะในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อนักเรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การศึกษานี้ใช้การเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้ง (AbL) โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งของ Toulmin (TAP) และประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลหะหนักเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักศึกษาเคมีมหาวิทยาลัยในชาวอินโดนีเซีย ผลของ AbL ในการส่งเสริมทักษะนั้นเปรียบเทียบกับการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์และการเรียนรู้แบบสองทางสองทาง (TSTS) ที่เคยใช้ในการศึกษาก่อนหน้านี้ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยใช้การทดสอบและการสังเกตปลายเปิด ใช้วิธีเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าระดับการโต้แย้งของนักเรียน AbL ดีกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากมาตราส่วนการโต้แย้งของนักเรียนในชั้นเรียนอื่น (Tukey-test; $p < .05$) โอกาสที่แตกต่างของนักเรียนในแต่ละชั้นเรียนในการใช้ TAP เป็นปัจจัยที่สร้างความแตกต่างของขนาด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกิจกรรมการโต้แย้งเช่น AbL- เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์

Arika (2021) ได้ศึกษาการวิเคราะห์บรรณมิติของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ทางสังคม (SSI) ในสาขาฟิสิกส์ (2019-2020) โดยประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (SSI) เป็นหัวข้อโต้เถียงที่เกิดขึ้นจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IPTEK) ในการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์ทางสังคมไปใช้เป็นบริบทการเรียนรู้ จำเป็นต้องศึกษาวรรณกรรมเพื่อตรวจสอบการเลือกประเด็นทางสังคมศาสตร์ พบว่า การเชื่อมโยงที่สำคัญที่สุดกับการใช้ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์เป็นบริบทสำหรับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ ความสามารถในการโต้แย้ง ความเข้าใจ การใช้เหตุผล ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ และการสอบสวน นอกจากนี้ จากการศึกษาครั้งนี้ โมเดลการเรียนรู้เชิงบริบทของ SSI แบบจำลองการเรียนรู้การสอบถามด้วยการตัดสินใจ ถือเป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื้อหาฟิสิกส์ที่สอนเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรูปแบบงานวิจัย วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดำเนินการทดลองตามแบบการวิจัยแบบ 4 ขั้นตอน อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิธีการสร้างและค้นหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนรายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยเป็นนักเรียนที่มีคะแนนจากการทดสอบทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 24 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ใช้เวลาในการทดลองรวม 13 ชั่วโมง คือ

วงจรปฏิบัติการที่ 1 มี 4 แผน 7 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มี 5 แผน 6 ชั่วโมง

2. แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง โดยใช้วงจรปฏิบัติการละ 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์แบ่งออกเป็น 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวมเป็น 10 คะแนน รวมทั้งหมดเป็น 30 คะแนน เฉลี่ย 3 สถานการณ์เป็น 10 คะแนน

3. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน เป็นแบบสังเกตแบบมีโครงสร้างที่ ผู้วิจัยใช้เพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมการโต้แย้ง โดยใช้พฤติกรรมการแสดงออก

4. แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการที่มีคำถามเกี่ยวกับการให้เหตุผลของนักเรียนในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

วิธีการสร้างและค้นหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1) ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

2) ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา ในหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

4) วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจำนวนหน่วยกิต ซึ่งทางโรงเรียนวชิรวิทย์ ได้กำหนดรายวิชาชีววิทยา ว30242 มี 1.5 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 60 ชั่วโมง ซึ่งมีระยะเวลาการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ แล้วทำการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้จากโครงสร้างรายวิชา โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 7

ตาราง 7 หน่วยการเรียนรู้ และระยะเวลาการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
โครโมโซมและสารพันธุกรรม	18
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	16
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	13
วิวัฒนาการ	13
รวม	60

5) วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้

วกรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3. นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	1
	2	การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย	1.นักเรียนสามารถอธิบายหลักการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนมีความใจกว้าง	2
	3	การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR	1.นักเรียนสามารถอธิบายยกตัวอย่างอภิปรัชญาและการใช้ประโยชน์ การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR ได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3. นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	1
	4	การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	1.นักเรียนสามารถอธิบายเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้ 2. .นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA 3.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 4.นักเรียนมีความใจกว้าง	2
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 1				6

ตารางที่ 8 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ	แผน ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดี เอ็นด้าน การเกษตรและ อุตสาหกรรม	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอภิปรายผลการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านการเกษตรและ อุตสาหกรรมได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	1
	6	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอด้าน การแพทย์ และ เภสัชกรรม	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอภิปรายผลการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรมใช้พลาสติดของแบคทีเรียได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	2
	7	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอด้านนิติ วิทยาศาสตร์	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอภิปรายผลการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติ วิทยาศาสตร์ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	1
	8	เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอกับความ ปลอดภัยทาง ชีวภาพ	1.นักเรียนสามารถตระหนักผลกระทบเทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	2
	9	เทคโนโลยีทางดี เอ็นเอกับความ ปลอดภัยทาง จริยธรรม	1.นักเรียนสามารถตระหนักผลกระทบเทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวจริยธรรม 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	1
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 2				7
รวมทั้งหมด				13

6) กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาว่าการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ มีจุดเน้น สำคัญ การใช้วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ และกำหนดรูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ สถานการณ์คือ สิ่งมีชีวิตดัดแปรทางพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย สถานการณ์คือ มะละกอแช่ดำต้านโรคจุดวงแหวน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR สถานการณ์คือ GATTAGA โลกที่วิทยาศาสตร์การแพทย์สมัยใหม่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ สถานการณ์คือ ฆาตกรรมบนรถด่วนโอเรียนท์เอกซ์เพรส

วงรอบปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม สถานการณ์คือ การผสมพันธุ์ข้าวสีทอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม สถานการณ์คือ เด็กหลอดแก้ว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์ สถานการณ์คือ การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอหรือการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นหลักฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ สถานการณ์คือ กรณีที่กรีนพีซมีข้อพิพาทกับกรมวิชาการเกษตรฯ ที่อนุญาตให้บริษัทมอนซานโต้ (ไทยแลนด์) จำกัด นำเข้าเมล็ดพันธุ์ฝ้ายดัดแปลงพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางจริยธรรม สถานการณ์คือ เด็กที่เกิดจากการอุ้มบุญเชิงพาณิชย์

7) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้รูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานโดยทำการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามงานวิจัยของ Eilks (2010)

8) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้รูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน รายวิชาชีววิทยาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9

แผน 13 ชั่วโมง ซึ่งในหัวข้อหลักในแต่ละแผนประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล

9) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นให้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเขียนแผน ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล รวมทั้งเกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผล

10) นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล

(1) นางสาวสุวรรณี ผาผง กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม

(2) นางชนิษฐา เตชะนอก กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม

(3) รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(4) นางบุษรา ดาทอง กศ.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม

(5) รศ.ดร.วราพร เอราวรรณ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไข และนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. เพิ่มเติมส่วนของสารสำคัญที่ใช้ในการสอน
2. ปรับปรุงประเด็นที่นำมาใช้ในการสอนให้มีความชัดเจน น่าสนใจ และสอดคล้อง กับเนื้อหา

3. ปรับปรุงความถูกต้องของเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน

4. ปรับแก้วัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และสามารถวัดได้จริง

5. ปรับเกณฑ์ที่ใช้ในการวัด และประเมินให้เหมาะสม ละเอียดถูกต้อง และ

ชัดเจน

13) นำแผนที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินแบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย		เกณฑ์การประเมิน
4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อได้รับผลของการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จึงนำแผนไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 9 (ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หน้า 174)

ตาราง 9 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
วงรอบปฏิบัติการที่ 1			
1. การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	4.54	0.23	มากที่สุด
2. การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย	4.51	0.29	มากที่สุด
3. การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR	4.48	0.28	มาก
4. การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	4.63	0.20	มากที่สุด
วงรอบปฏิบัติการที่ 2			
5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม	4.69	0.31	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
6. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม	4.32	0.35	มาก
7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์	4.54	0.22	มากที่สุด
8. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ	4.58	0.23	มากที่สุด
9. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวจริยธรรม	4.59	0.26	มากที่สุด

14) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

15) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน รายวิชาชีววิทยา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัย

2. แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง โดยใช้ เกณฑ์การวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล แนวคิดของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นคุณลักษณะภายในของบุคคลประกอบด้วยคุณลักษณะของนักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 5 ด้านโดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

2) ศึกษาวิธีการสร้าง และสร้างเครื่องมือจากทฤษฎี หลักการ แนวคิด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

3) ศึกษาเนื้อหาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ 2560)

4 สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา และองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาตามวงรอบปฏิบัติการ ดังตารางที่ 8

5) กระบวนการแสดงทัศนคติในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นประเด็นปัญหา โดยการหาเหตุผล หลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิดของตน ในการแสดงออก เพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย หรือรับรู้ แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง โดยใช้เกณฑ์วัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลตามแนวคิดของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) ดังตารางที่ 10

ตาราง 10 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนที่สร้างสถานการณ์ และจำนวนข้อสอบ

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน สถานการณ์		จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
1	1. การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3. นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	2	1	10	5
	2. การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย	1.นักเรียนสามารถอธิบายหลักการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3.นักเรียนมีความใจกว้าง	2	1	10	5

ตารางที่ 10 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนที่สร้างสถานการณ์ และจำนวนข้อสอบ (ต่อ)

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนสถานการณ์		จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
1	3. การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR	1.นักเรียนสามารถอธิบาย ยกตัวอย่างอภิปรายและ การใช้ประโยชน์ การเพิ่ม จำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR ได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 3. นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง	2	1	10	5
	4. การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์	1.นักเรียนสามารถอธิบาย เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ได้ 2. .นักเรียนสามารถ อภิปรายการใช้ประโยชน์ การหาขนาด DNA โดยใช้ เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ในสาย DNA 3.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 4.นักเรียนมีความใจกว้าง				

ตารางที่ 10 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนที่สร้างสถานการณ์ และจำนวนข้อสอบ (ต่อ)

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนสถานการณ์		จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
2	5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม	1.นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมได้ 2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	2	1	10	5
	6. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านการแพทย์และเภสัชกรรม	1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านการแพทย์ และเภสัชกรรมใช้พลสมิตของแบคทีเรียได้ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	2	1	10	5
	7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านนิติวิทยาศาสตร์	1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นด้านนิติวิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล				

ตารางที่ 10 วิเคราะห์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนที่สร้างสถานการณ์ และจำนวนข้อสอบ (ต่อ)

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนสถานการณ์		จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
2	8. เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ กับความ ปลอดภัยทาง ชีวภาพ	1. นักเรียนสามารถตระหนัก ผลกระทบเทคโนโลยีทางดี เอ็นเอกับความปลอดภัยทาง ชีวภาพ 2. นักเรียนมีทักษะการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผล	2	1	10	5
	9. เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ กับความ ปลอดภัยทาง จริยธรรม	1.นักเรียนสามารถตระหนัก ผลกระทบเทคโนโลยีทางดี เอ็นเอกับความปลอดภัยทาง จริยธรรม 2. นักเรียนมีทักษะการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผล				
รวม		9 แผน	12	6	60	30

6) เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบ
ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พัฒนามาจากเกณฑ์การประเมินของ ภาวณิ
รัตนคอน (2561) มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 ซึ่งประกอบด้วย การระบุ
ข้อกล่าวอ้าง, การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง, การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง, การหา
หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ และการให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม โดยมีคะแนนเต็ม 10
คะแนน วงรอบที่ 1 มี 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์แบ่งออกเป็น 5 ข้อ รวมเป็น 15 ข้อ ข้อละ 2
คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน และวงรอบที่ 2 มี 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์แบ่งออกเป็น 5 ข้อ
ข้อละ 2 คะแนน แต่ละสถานการณ์เป็น 10 คะแนน รวมเป็น 30 คะแนน รวมทั้งหมด 30 ข้อ 60
คะแนน ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 รายการประเมิน ระดับคะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมี

เหตุผล

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การระบุข้อกล่าวอ้าง	2	บอกข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
	1	บอกข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ชัดเจน
	0	ไม่บอกข้อกล่าวอ้าง
การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	2	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมากกว่า 1 ประเด็น
	1	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 1 ประเด็น
	0	ไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	2	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมากกว่า 1 ประเด็น
	1	ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 1 ประเด็น
	0	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้างที่ต่างจากของตนเองและไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ	2	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง และมีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
	1	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง แต่มีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
	0	ไม่โต้แย้งกลับ หรือโต้แย้งกลับแต่ไม่ถูกต้อง
การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม	2	ให้เหตุผลโดยการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์สนับสนุนความคิดเห็นที่เป็นข้อเท็จจริง
	1	ให้เหตุผลโดยการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น แต่ไม่เป็นข้อเท็จจริง
	0	ไม่ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น

7) เกณฑ์การแปลผลคะแนนโดยอิงเกณฑ์ของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) เป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับดีมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 8 - 10 คะแนน
ระดับดี	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 6 - 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 4 - 5 คะแนน
ระดับต่ำ	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 2 - 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0 - 1 คะแนน

8) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของคำถามกับเนื้อหา และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

9) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดมีความสอดคล้อง
ให้คะแนน	0	เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามต้องการวัดมีความสอดคล้อง
ให้คะแนน	-1	เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้อง

10) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีค่าความสอดคล้องที่ผ่านเกณฑ์ที่ 0.5 - 1.00 ซึ่งข้อสอบที่สร้างทั้งหมดจำนวน 12 สถานการณ์ มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.8 - 1.00 (ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หน้า 178) และข้อสอบที่ใช้จริงจำนวน 6 สถานการณ์ วงรอบละ 3 สถานการณ์ มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.8 - 1.00 (ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หน้า 180)

เมื่อได้รับผลของการประเมินแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จึงนำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 12

ตาราง 12 ระดับความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	สถานการณ์ที่สร้าง	IOC	สถานการณ์ที่ใช้
1	1. การสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	1. มะละกอแขกดำ ต้านโรคจุดวงแหวน	0.8	มะละกอแขกดำต้าน โรคจุดวงแหวน
		2. ตัดต่อยีนเรืองแสง ในปลา	0.8	
	2. การโคลนยีนโดยใช้พ ลาสมิดของแบคทีเรีย	1. ศูนย์วิจัยเกาหลีใต้ รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์ เลี้ยงแสนรักให้ฟื้นคืน ชีพ	1	ศูนย์วิจัยเกาหลีใต้ รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์ เลี้ยงแสนรักให้ฟื้น คืนชีพ
		2. ทารกถูกตัดต่อยีน เพื่อด้านเอชไอวี	0.8	
	3. การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR	1. ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA	0.8	ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA
	4. การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทร ฟอริซิส และการหา ลำดับนิวคลีโอไทด์	2. ตรวจดีเอ็นเอ ประชาชนที่ตกหล่น ตามทะเบียนราษฎร	0.8	
2	5. การประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้าน การเกษตรและ อุตสาหกรรม	1. ฟิลิปินส์อนุมัติข้าว จีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับ ภาวะขาดสารอาหาร	1	ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าว จีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับ ภาวะขาดสารอาหาร
		2. ตัดต่อยีนในหมู	0.8	

วงรอบ ปฏิบัติการ	เนื้อหา	สถานการณ์ที่สร้าง	IOC	สถานการณ์ที่ใช้
	6. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม	1. มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำเนิดทารกมี DNA ของคน 3 คนรายแรกของโลก	1	มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำเนิดทารกมี DNA ของคน 3 คนรายแรกของโลก
	7. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์	2. รมว.ยธ.พบผลตรวจดีเอ็นเอคดีฆาตกรรม “โทโมโกะ”	0.8	
	8. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ	1. การอุ้มบุญ	1	การอุ้มบุญ
	9. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางจริยธรรม	2. ตัดต่อยีนหนุออกมาเท่าสี่เขียวเรืองแสง	0.8	

11) จัดพิมพ์แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในด้านทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ตามนิยามของ Lin and Mintzes (2010) ผู้วิจัยใช้เพื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนในครั้งถัดไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

2) กำหนดขอบข่ายพฤติกรรมที่จะบันทึกในหัวข้อพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การระบุข้อกล่าวอ้าง การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม

3) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนตามขอบข่ายพฤติกรรมที่กำหนด

4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของคำถามกับเนื้อหา และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมนักเรียน โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามต้องการวัดมีความสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้อง

6) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีค่าความสอดคล้องที่ผ่านเกณฑ์ที่ 0.5 - 1.00 ซึ่งข้อสอบที่สร้างทั้งหมดมีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.8 - 1.00 (ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หน้า 181)

7) จัดพิมพ์แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

4. แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการที่มีคำถามเกี่ยวกับการให้เหตุผลของนักเรียนในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (Informal interview) เป็นการพูดคุย มีการกำหนดประเด็นไว้ล่วงหน้า แต่ปล่อยให้บรรยากาศการพูดคุยเป็นไปอย่างง่ายๆ เป็นกันเอง ไม่เคร่งครัดกับขั้นตอนและการตอบคำถาม

- 1) ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 2) กำหนดขอบเขตของรายละเอียดในประเด็นที่จะทำการสัมภาษณ์
- 3) สร้างคำถามการสัมภาษณ์ให้ชัดเจน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่

3.1 วิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน

3.3 นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

4) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ ควรปรับแก้ลักษณะคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ และเข้าใจง่าย

5) นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนชีววิทยา ด้านการวัดและประเมินผล

เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

6. นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีค่าความสอดคล้องที่ผ่านเกณฑ์ที่ 0.5 - 1.00 ซึ่งมีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.6 - 1.00 (ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หน้า 182)

7. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุง โดยปรับปรุงคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ให้มีความสอดคล้องกับประเด็นคำถามที่ต้องการทราบ และให้นักเรียนเข้าใจคำถามได้ง่ายขึ้น จากนั้นจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ Kermmis และ McTaggart (1988) ซึ่งตามวงจรรอบปฏิบัติ 3 วงรอบปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1

1. ชี้นำวางแผน

1.1 ตรวจสอบสภาพสำรวจสภาพปัญหา และทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาการเรียนการสอน ด้วยการสังเกตชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 โดยทำการสังเกตจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และสัมภาษณ์ครูผู้สอนเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กำหนดเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาชีววิทยาที่จะนำมาเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้การสอน และเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาของงานวิจัย

2. ชั้นปฏิบัติ

นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังนี้

- (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
- (2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย
- (3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR
- (4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทร

ฟอริซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

3. ชั้นสังเกต

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง มีจำนวน 3 สถานการณ์ คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยผลคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 24 คน

4. ชั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง และออกแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ชั้นวางแผน

หลังจากที่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้นำปัญหานั้นมาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้วางแผนการ

พัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนที่ยังไม่สามารถกล่าวถึงเหตุผลประกอบข้ออ้างได้มากกว่า 1 เหตุผล โดยผู้วิจัยให้นักเรียนดูสื่อวีดิทัศน์ที่ส่งเสริมการตระหนักถึงผลดีและผลเสียของการใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอเป็นวิดิทัศน์ที่มีนักวิชาการมาถกเถียงถึงปัญหาของการใช้เทคโนโลยีทาง DNA กำหนดประเด็น และให้นักเรียนกำหนดบทบาทสมมติ และสืบค้นข้อมูลสำหรับการโต้แย้งตามบทบาทสมมติที่เลือก ปรับกิจกรรมให้กระชับเพื่อให้ทันเวลาในแต่ละคาบเรียน

2. ชั้นปฏิบัติ

นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังนี้

- (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม
- (2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม
- (3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์
- (4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ
- (5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวจริยธรรม

3. ชั้นสังเกต

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยผลคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการประเมินผลข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ด้วยการนำคำตอบของนักเรียนมาคิดเป็นคะแนน ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด
2. นำคะแนนของนักเรียนมาคิดระดับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบนักเรียนหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการโดยแต่ละวงรอบปฏิบัติการจะใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล 1 ชุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{X}$) โดยใช้สูตรหาค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2. ร้อยละ (Percentages: %) โดยใช้สูตรหาค่าร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

n แทน จำนวนทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยใช้สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 X_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

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

พูน ปณ จิต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแต่ละวงจรปฏิบัติการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้

วิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นข้อสอบ แบบอัตนัย มีการให้คะแนนแบบรูบริค โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแยกประเด็นการประเมิน 5 ประเด็นคือ 1) ข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 2 คะแนน 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คะแนนเต็ม 2 คะแนน 3) เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม คะแนนเต็ม 2 คะแนน และ 4) หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ คะแนนเต็ม 2 คะแนน 5) หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ คะแนนเต็ม 2 คะแนน รวม 5 ประเด็น คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน มีคะแนน ดังตารางที่ 13 โดยมีการกำหนดช่วงคะแนน และระดับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ดังนี้

ระดับดีมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 8 - 10 คะแนน
ระดับดี	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 6 - 7 คะแนน
ระดับปานกลาง	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 4 - 5 คะแนน
ระดับต่ำ	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 2 - 3 คะแนน
ระดับต่ำมาก	คะแนนรวมของแต่ละองค์ประกอบอยู่ที่ 0 - 1 คะแนน

ตาราง 13 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามองค์ประกอบ การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล ข้อโต้แย้ง ฝ่ายตรง ข้าม (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อโต้แย้ง กลับ (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)		
1	0.67	0.00	0.00	0.67	0.67	2.01	ต่ำ*
2	1.33	1.33	1.33	1.67	1.33	6.99	ดี
3	1.33	1.33	1.33	1.33	1.00	6.32	ดี
4	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
5	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	ปานกลาง*
7	0.67	0.33	0.33	1.00	0.67	3.00	ต่ำ*
8	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
9	1.00	1.33	1.33	1.33	1.33	6.32	ดี
10	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
11	0.67	0.33	0.33	1.00	0.67	3.00	ต่ำ*
12	1.67	1.33	1.33	2.00	1.67	8.00	ดีมาก
13	1.33	1.33	1.33	1.67	1.33	6.99	ดี
14	1.33	1.00	1.00	1.67	1.00	6.00	ดี
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	ปานกลาง*
16	0.33	0.67	0.67	1.00	0.33	3.00	ต่ำ*

ตารางที่ 13 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลก่อนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามองค์ประกอบ
การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (ต่อ)

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบ การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล ข้อโต้แย้ง ฝ่ายตรง ข้าม (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อโต้แย้ง กลับ (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)		
17	0.33	0.67	0.67	0.67	0.67	3.01	ต่ำ*
18	1.67	2.00	2.00	1.67	1.67	9.01	ดีมาก
19	1.67	1.33	1.33	2.00	1.67	8.00	ดีมาก
20	1.00	0.33	0.33	1.33	1.00	3.99	ปานกลาง*
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	ปานกลาง*
22	1.33	1.33	1.33	1.67	1.33	6.99	ดี
23	0.67	0.67	0.67	1.33	0.67	4.01	ปานกลาง*
24	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	2.33	ต่ำ*
25	1.00	1.33	1.00	1.33	0.67	5.33	ปานกลาง*
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	ปานกลาง*
27	1.67	2.00	2.00	1.67	1.67	9.01	ดีมาก
28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	ปานกลาง*
29	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
30	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	4.01	ปานกลาง*
31	1.33	1.33	1.33	1.33	1.00	6.32	ดี
32	1.33	1	1	1.67	1	6.00	ดี
33	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	2.33	ต่ำ*
34	0.67	0.33	0.33	1.00	0.67	3.00	ต่ำ*
35	1.00	1.33	1.00	1.33	0.67	5.33	ปานกลาง*
36	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	7.00	ดี
37	1	1.67	1	1.33	1	6.00	ดี
38	1	1.67	1	1.33	1	6.00	ดี
39	2.00	1.33	1.67	1.67	1.67	8.34	ดีมาก

40	1.33	1.33	0.67	1.33	0.67	5.33	ปานกลาง*
$\bar{X}$	1.02	1.06	1.00	1.18	0.94	5.20	ปานกลาง
S.D.	0.39	0.48	0.47	0.41	0.38	1.87	-

*หมายถึง นักเรียนที่มีระดับการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 13 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียน ทั้งหมด 40 คน มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเฉลี่ยอยู่ที่ 5.20 จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไปจำนวน 16 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 24 คน โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 3.95 จัดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจำนวน 2 ครั้ง คือ ระหว่างเรียน 2 ครั้ง หลังจากวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 ซึ่งทำการทดสอบทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และสัมภาษณ์นักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ขึ้นวางแผน

1) ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จัดทำโครงสร้างรายวิชา วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่จะทำการสอน

2) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

(1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง วงจรละ 4 และ 5 แผน ตามลำดับ

(2) แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

(3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

(4) แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการที่มีคำถามเกี่ยวกับการให้เหตุผลของนักเรียนในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.2 ขั้นปฏิบัติ

นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังนี้

- (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
- (2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย
- (3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR
- (4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหาขนาด DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทร

ฟอริซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

1.3 ขั้นสังเกต

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เป็นเนื้อเรื่อง มีจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยผลคะแนนวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลกลุ่มเป้าหมาย 24 คน สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 14

ตาราง 14 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำแนกตามองค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน	เหตุผล	หลักฐาน	หลักฐาน		
		ข้อกล่าว อ้าง (2)	ข้อโต้แย้ง ฝ่ายตรง ข้าม (2)	ข้อโต้แย้ง กลับ (2)	ข้อกล่าว อ้าง (2)		
1	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
2	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
3	0.67	0.67	0.67	1.00	1.00	4.01	ปานกลาง*
4	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
5	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
6	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
7	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี

ตารางที่ 14 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำแนกตาม
องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล ข้อโต้แย้ง ฝ่ายตรง ข้าม (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อโต้แย้ง กลับ (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)		
8	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
9	1.67	1.67	1.33	1.67	1.33	7.67	ดี
10	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
11	1.33	1.33	1.33	2.00	2.00	7.99	ดี
12	0.67	0.67	0.67	1.00	1.00	4.01	ปานกลาง*
13	1.33	1.33	1.00	1.67	1.67	7.00	ดี
14	1.67	1.67	1.33	1.67	1.67	8.01	ดีมาก
15	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
16	1.67	1.67	1.67	2.00	1.67	8.68	ดีมาก
17	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
18	1.67	1.33	1.00	1.33	1.67	7.00	ดี
19	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
20	1.33	1.33	1.00	1.67	1.00	6.33	ดี
21	1.67	1.67	1.33	1.67	1.33	7.67	ดี
22	1.33	1.00	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
23	1.67	1.33	1.00	1.33	1.67	7.00	ดี
24	1.67	1.33	1.00	1.33	1.33	6.66	ดี
$\bar{X}$	1.46	1.25	0.97	1.43	1.39	6.50	ดี
S.D.	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24	1.13	-

*หมายถึง นักเรียนที่มีระดับการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 14 พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.46 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ตามลำดับ

ผลจากการทดสอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 8 คน พฤติกรรมของนักเรียนที่พบจากการทำงานของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้ และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในระดับปานกลางเป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 พบว่า การโต้แย้งกลับของนักเรียนยังเกิดขึ้นไม่ตื้นัก เพราะนักเรียนไม่มี เหตุผลเพียงพอที่จะโต้แย้งกลับ

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า นักเรียนยังไม่มีหลักฐานที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการโต้แย้งหรือไม่หาหลักฐานมาใช้ในการโต้แย้ง

นักเรียนคนที่ 4 พบว่า หลักฐานที่นำมาเสนอของนักเรียนยังไม่มีควมน่าเชื่อถือหรือหลักฐานที่นำมาโต้แย้งยังซ้ำกันอยู่

นักเรียนคนที่ 10 พบว่า นักเรียนยังไม่มีหลักฐานที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการโต้แย้งหรือไม่หาหลักฐานมาใช้ในการโต้แย้ง

นักเรียนคนที่ 12 พบว่า เมื่อให้นักเรียนประชุมกลุ่มเพื่อปรึกษา พบว่า นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการหาข้อมูล

นักเรียนคนที่ 15 พบว่า นักเรียนนั่งเล่นเกม เมื่อให้ทำใบงาน ก็นำของเพื่อนมาลอก และเมื่อถึงกิจกรรมขายของ นักเรียนจะนำข้อมูลที่เพื่อนหามาพูดซ้ำในประเด็นเดียวกัน แต่ตัดข้อความในเนื้อหามาพูดเพื่อขายของ

นักเรียนคนที่ 20 พบว่า นักเรียนไม่ยกตัวอย่างหรือเหตุผลที่สนับสนุนความคิดเห็น และไม่บอกข้ออ้างที่ต่างออกไปหรือบอกข้ออ้างที่ต่างออกไปไม่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 22 พบว่า นักเรียนไม่ให้เหตุผลสนับสนุน ข้อกล่าวอ้างหรือให้เหตุผลสนับสนุนที่ไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบทดสอบของนักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยพบปัญหาจากการเลือกคำตอบ และให้เหตุผล ดังนี้

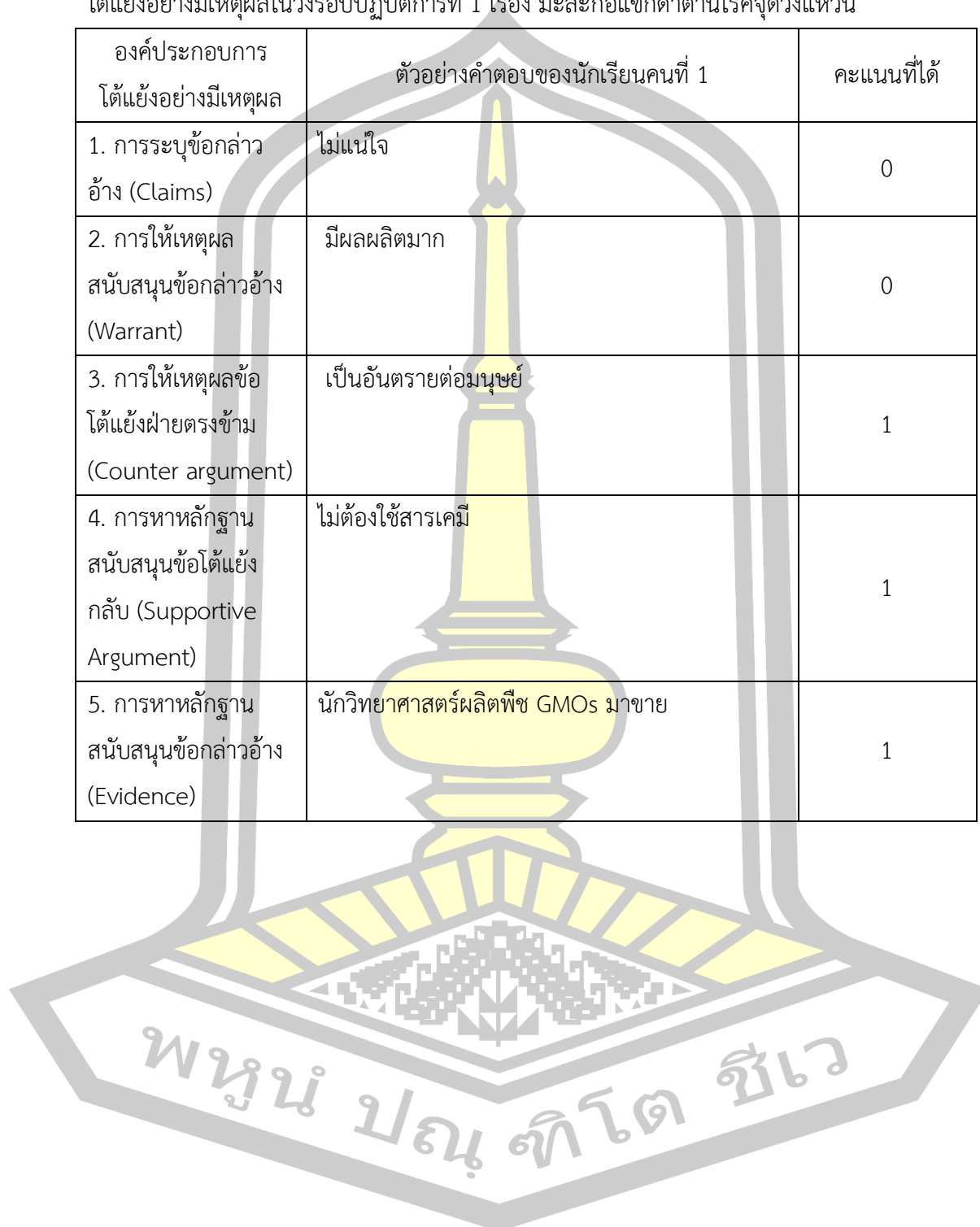
ตาราง 15 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 2 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง มะละกอแช่กรดด้านโรคจุดวงแหวน

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 2	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและมีผลกระทบต่อสุขภาพ	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	การตัดต่อพันธุกรรมของมะละกอให้ต้านทานโรคได้ ทำให้ผลผลิตในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการบริโภค	1
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	การทำจีเอ็มโอมะละกอเป็นผลดีสามารถทำให้เกษตรกรที่ทำอาชีพเกี่ยวกับมะละกอและอื่นๆ ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดหรือ ทำให้มีรายได้มากขึ้นชีวิตเป็นอยู่ดีขึ้นพืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	การทำมะละกอจีเอ็มโอ เพื่อให้ต้านทานโรคจุดวงแหวน ส่งผลดีต่อเกษตรกร มีผลผลิตที่ดีแต่การทำจีเอ็มโอส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ในหลายๆ ประเทศไม่ยอมรับพืชจีเอ็มโอ	2



ตาราง 16 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 1 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง มะละกอแช่กรดด้านโรคจุดวงแหวน

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 1	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่แน่ใจ	0
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	มีผลผลิตมาก	0
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	เป็นอันตรายต่อมนุษย์	1
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	ไม่ต้องใช้สารเคมี	1
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	นักวิทยาศาสตร์ผลิตพืช GMOs มาขาย	1

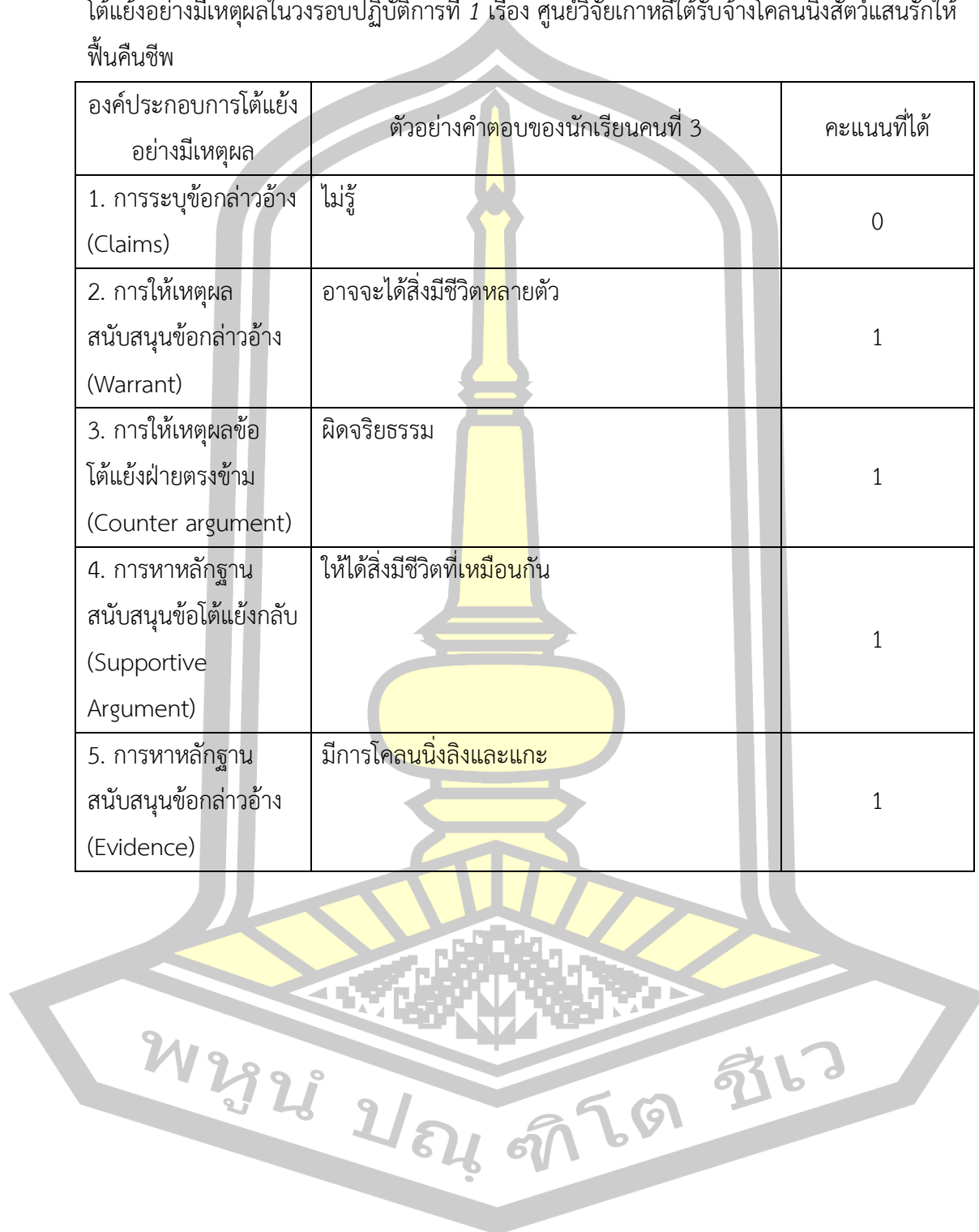


ตาราง 17 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 6 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์แสนรักให้ฟื้นคืนชีพ

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 6	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	การโคลนนิ่งสัตว์มีผลดีมากมาย การโคลนนิ่งสัตว์ที่ตายไปแล้วให้กลับมามีชีวิตถือว่าเป็นความสุขของเจ้าของสัตว์ ถึงแม้การโคลนนิ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเต็มใจของเจ้าของสัตว์ชนิดนั้น โดยการโคลนนิ่งยังสามารถช่วยให้เรารักษาสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ไปแล้วให้มีจำนวนมากขึ้นอีกด้วย	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	การโคลนนิ่งสัตว์จริงอยู่ที่มีผลดีต่อเผ่าพันธุ์ของสัตว์ที่โคลนนิ่งหรืออาจจะช่วยให้เกิดไม่มีรูปร่าง อุปนิสัย เหมือนสัตว์ที่ตัวเองอยากให้เป็น แต่การโคลนนิ่งจะทำให้เกิดความไม่หลากหลายทางพันธุกรรมได้ หรือความไม่หลากหลายทางชีวภาพทำให้สัตว์มีหน้าตา และมีนิสัยเหมือนกันไปหมด	2
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เรื่องเกี่ยวกับความเชื่ออยู่ที่วิจารณ์ญาณของแต่ละคนว่าจะเชื่อหรือไม่ อีกอย่างตอนนี้ที่เรามีชีวิตอยู่คนใช้ชีวิตให้คุ้มค่า หากสามารถนำสิ่งที่เรารักที่เป็นความสุขของเรากลับมาได้ก็ควรนำกลับมาโดยไม่ได้เดือดร้อนใคร	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	ในโลกของเรามีไดโนเสาร์ที่ใกล้สูญพันธุ์ โดยทั้งลูกมีไดโนเสาร์หนึ่งตัวภายในโลกหากไม่มีการโคลนนิ่งยังงั ไดโนเสาร์ก็สูญพันธุ์ ซึ่งหากจะ ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติก็ เป็นไปไม่ได้ เพราะมีอยู่ตัวเดียว แต่หากนำสัตว์ตัวนี้ไปทำการโคลนนิ่ง เราจะสามารถรักษาเผ่าพันธุ์ของไดโนเสาร์ไว้ได้ โดยอาจจะนำตัวที่เกิดจากการโคลนนิ่งมาดัดแปลงทางพันธุกรรมให้มีเพศตรงข้ามและนำมาผสมพันธุ์กัน จะได้ลูกไดโนเสาร์และก็สามารถดำรงเผ่าพันธุ์ของไดโนเสาร์ได้ด้วย	2

ตาราง 18 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 3 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์แสนรักให้ฟื้นคืนชีพ

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 3	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่รู้	0
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	อาจจะได้สิ่งมีชีวิตหลายตัว	1
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	ผิดจริยธรรม	1
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	ให้ได้สิ่งมีชีวิตที่เหมือนกัน	1
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	มีการโคลนนิ่งลิงและแกะ	1



ตาราง 19 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 8	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะการที่แบ่งแยกกรรมพันธุ์ดีกับกรรมพันธุ์ด้อยที่มี ทำให้มีการเอาเปรียบกัน เหมือนในสังคมปัจจุบันที่มีการแบ่งแยกชนชั้น ความรวยจน มีโอกาสให้ไม่ได้รับความเสมอภาค ที่เท่าเทียมกัน และการยอมรับทางสังคมที่ไม่เท่ากัน	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	การที่เราสามารถสร้างเซลล์ที่เป็นเลิศที่อยู่ตั้งแต่ในท้องทำให้เรามีชีวิตที่ดี ได้รับสิทธิ์ที่มากกว่าคนอื่น	2
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	แต่ถึงอย่างไรคนเรา ก็ควรจะได้เลือกงานในสิ่งที่ตัวเองชอบ หรือ ความถนัดทำให้งานมีประสิทธิภาพ ได้ความคิดที่หลากหลายเนื่องจากแต่ละคนเติบโตมาจากคนละสถานที่ โดยที่ไม่แบ่งแยกทางพันธุกรรม	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	วินเซนต์มีได้ตั้งใจจะมาเป็นการโรงตั้งแต่แรก แต่ตั้งใจจะแปลงพันธุกรรมของตัวเองให้ดีขึ้น เพื่อที่จะได้ไปดาวเลยตามความฝันของตนเอง และการเลือกมีลูกของคนในปัจจุบันมีการเลือกเพศของเด็กตั้งแต่อยู่ในท้องแต่การเลี้ยงดูก็ไม่สามารถกำหนดเพศของพวกเขาตอนโตได้	1

ตาราง 20 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 9	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะอารมณ์ของการดูหนังจะเปลี่ยนไปทำให้คนดูนั้นรู้สึกตื่นเต้นมากยิ่งขึ้น	0
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	ค่าไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการสร้างภาพยนตร์ค่อนข้างสูง คนสร้างหนังทำงานหนัก เนื่องจากเป็นภาพยนตร์ที่มีเนื้อหาที่ยาว	0
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	อาจจะคิดว่า เลือกรางวัลที่เหมาะสมให้กับพวกกรรมพันธุ์ด้อย ไม่ให้ทำงาน เกินศักยภาพมากเกินไป และไม่ทำงานหนักเกินไป	1
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	เป็นอาชีพที่พวกเขาต้องทำ เช่น ในเหตุการณ์ที่วินเซนต์ไปดำเนินหนังต่อไปที่แสดงให้เห็นโลกอนาคตที่แบ่งแยก ด้วยเหตุนี้ว่าวินเซนต์จึงได้เป็นการภารโรงในสถาบันชื่อว่า GATTACA	1

ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด และแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหา และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผลที่ได้แสดงดังนี้

1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

“ควรพัฒนาในด้านการจัดกิจกรรมที่เป็นกลุ่ม เนื่องจากการเรียนการสอนแบบออนไลน์ทำให้ติดต่อสื่อสารหรือประสานงานต่อกันยาก และการเสริมเนื้อหาจากกลุ่มที่เพื่อนนำเสนอเพิ่มเติม”

(นักเรียนคนที่ 5, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“ในส่วนของการอธิบายในบางเรื่อง อยากให้คุณครู ลงลึกในเนื้อหา อธิบายเนื้อหาให้ละเอียดมากกว่านี้”

(นักเรียนคนที่ 4, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน

“วิเคราะห์แต่ละสถานการณ์แล้วรวบรวมข้อมูลแต่ละส่วนให้มาเป็นการโต้แย้งแบบมีเหตุผล”

(นักเรียนคนที่ 15, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“หาเหตุผลในการโต้แย้งที่ดี มีเหตุผล และน่าเชื่อถือ มีงานวิจัยหรืองานทดลองอ้างอิง”

(นักเรียนคนที่ 25, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“หาเหตุผลมาสนับสนุนจากหลายแหล่งข้อมูล และโต้แย้งโดยบอกความคิดเห็นของเราอย่างมีเหตุผล”

(นักเรียนคนที่ 20, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

“ช่วยให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น โดยแต่ละครั้งที่มีการทบทวนกับเพื่อนหากมีความคิดเห็นไม่ตรงกันจะยกเหตุผลขึ้นมาโต้แย้งกัน”

(นักเรียนคนที่ 10, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“ช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น เพราะต้องหาข้อมูลในหัวข้อที่คุณครูกำหนดให้อย่างดีถึงจะสามารถตอบโต้เพื่อนอย่างมีเหตุผลได้”

(นักเรียนคนที่ 12, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“มันแล้วแต่เหตุการณ์ค่ะ ถ้าเหตุการณ์นี้เราทราบเรื่องนี้ดีเราสามารถที่จะหาสิ่งที่ต้องการได้เลย แต่ถ้าเป็นเหตุการณ์ที่เราไม่ทราบหาไม่ได้ค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 22, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

1.4 ขึ้นสะท้อนผล

จากการประเมินผลข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 21

ตาราง 21 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน หรือแบ่งหน้าที่กันทำงาน	- ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานให้ชัดเจน และคอยกำกับให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
เวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ	- ผู้สอนกำหนดเวลาให้ชัดเจนว่าแต่ละขั้นของกิจกรรมใช้เวลาเท่าไร และส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้จะหมดเวลา - ควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลมาก่อน สำหรับการเรียนรู้และสำหรับการโต้แย้ง
นักเรียนยังไม่สามารถบอกเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างได้มากกว่า 1 เหตุผล	ควรให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติขณะที่ทำการโต้แย้ง
นักเรียนไม่ให้ความสนใจประเด็นที่น่าเสนอ	ควรใช้วิธีนำเสนอประเด็นให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น การเปิดเป็นวิดีทัศน์
นักเรียนบางส่วนไม่สนใจช่วยเพื่อนในการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบในใบกิจกรรม ยังมี	ผู้สอนต้องเสริมแรงโดยการให้คะแนนกับนักเรียนที่ตอบคำถาม และคนที่ให้ความ

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนบางส่วนตอบคำถามเรื่องหลักการไม่ได้	ร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม
ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสะท้อนคิดเป็นรายบุคคลซึ่งบางคนมีการลอกเพื่อนมาส่ง จึงไม่ได้แสดงถึงการสะท้อนคิดของนักเรียนคนนั้นๆ	ครูต้องกระตุ้น และกำชับให้นักเรียนทุกคนทำงานและแบบทดสอบด้วยตนเอง เพื่อที่จะดูพัฒนาการของบุคคลนั้นๆ
นักเรียนบางส่วนเริ่มพูดคุยกันกับเพื่อนและให้ความสนใจลดลงในตอนท้ายของการฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น	ครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสนใจ
นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการทำกิจกรรม จึงต้องมีการสอบถามผู้สอนเป็นส่วนใหญ่	เมื่อเสร็จกิจกรรมผู้วิจัยได้สุ่มคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
เมื่อถามเป็นรายบุคคล บางคนจะไม่สามารถตอบได้อย่างครอบคลุมและตรงประเด็น ต้องให้เพื่อนภายในกลุ่มช่วยตอบ	ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้กัน และช่วยกันแสดงความคิดเห็น

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.1 ขั้นวางแผน

หลังจากที่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้นำปัญหานั้นมาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้วางแผนการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนที่ยังไม่สามารถกล่าวถึงเหตุผลประกอบข้ออ้างได้มากกว่า 1 เหตุผล โดยผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานให้ชัดเจน และคอยกำชับให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ผู้สอนกำหนดเวลาให้ชัดเจนว่าแต่ละขั้นของกิจกรรมใช้เวลาเท่าไร และส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้จะหมดเวลา ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลมาก่อน สำหรับการเรียนรู้และสำหรับการโต้แย้ง มีการเสริมแรงโดยการให้คะแนนกับนักเรียนที่ตอบคำถาม และคนที่ให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม มีการกระตุ้น โดยใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสนใจ กำชับให้นักเรียนทุกคนทำงานและแบบทดสอบด้วยตนเอง เมื่อเสร็จกิจกรรมผู้วิจัยได้สุ่มคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้กัน และช่วยกันแสดงความคิดเห็น โดยให้นักเรียนเขียนสรุปความคิดเห็นของเพื่อน ๆ ภายในกลุ่ม และให้นักเรียนดูสื่อวีดิทัศน์ที่ส่งเสริมการตระหนักถึงผลดีและ

ผลเสียของการใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอเป็นวิทัศน์ที่มีนักวิชาการมาถกเถียงถึงปัญหาของการใช้เทคโนโลยีทาง DNA กำหนดประเด็น และให้นักเรียนกำหนดบทบาทสมมติ และสืบค้นข้อมูลสำหรับการโต้แย้งตามบทบาทสมมติที่เลือก ปรับกิจกรรมให้กระชับเพื่อให้ทันเวลาในแต่ละคาบเรียน

2.2 ขั้นปฏิบัติ

โดยผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการปรับปรุงจำนวน 5 แผน ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.2.1 นำเสนอประเด็นด้วยวิทัศน์

2.2.2 ผู้วิจัยจะนำเสนอประเด็นไว้ในคาบก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลมาก่อน

2.2.3 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากการแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่ห้อง Resource center ซึ่งเป็นห้องที่มีคอมพิวเตอร์ หนังสือทางวิชาการ

2.2.4 ให้นักเรียนจัดบันทึกความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่มลงในใบงาน

นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม

(2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม

(3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์

(4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพ

(5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวจริยธรรม

2.3 ขั้นสังเกต

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ด้วยแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 3 ข้อ

คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยผลคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดี สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 22

ตาราง 22 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำแนกตามองค์ประกอบ
การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)	เหตุผล ข้อ โต้แย้ง ฝ่ายตรง ข้าม (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อโต้แย้ง กลับ (2)	หลักฐาน สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง (2)		
1	1.67	1	0.67	1.33	1.33	6.00	ดี
2	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
3	1.67	1	0.67	1	1	5.34	ปานกลาง*
4	1.33	1.33	1	1.67	1	6.33	ดี
5	1.67	1.33	1	1.33	1.67	7.00	ดี
6	1.67	1.33	1	1.33	1.67	7.00	ดี
7	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
8	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
9	1.33	1.67	1.33	1.67	1.33	7.33	ดี
10	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
11	1.33	1.33	1.33	2	2	7.99	ดี
12	1.33	1	0.67	1.33	1.33	5.66	ปานกลาง*
13	1.33	1.33	1	1.67	1	6.33	ดี
14	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
15	1.67	1	0.67	1.33	1.67	6.34	ดี
16	1.67	1.67	1.67	2	1.67	8.68	ดีมาก
17	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
18	1.67	1.33	1	1.33	1.67	7.00	ดี

ตารางที่ 22 คะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำแนกตามองค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

นักเรียนลำดับที่	องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล					คะแนนรวมเฉลี่ย (10)	ระดับการโต้แย้ง
	ข้อกล่าวอ้าง (2)	เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2)	เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (2)	หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (2)	หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2)		
19	1.33	1.33	1	1.33	1.67	6.66	ดี
20	2	1.33	1	1.67	1	7.00	ดี
21	1.67	1.67	1.33	1.67	1.33	7.67	ดี
22	1.67	1.67	1.33	1.67	1.33	7.67	ดี
23	2	1.33	1	1.33	1.67	7.33	ดี
24	1.67	1.33	1	1.33	1.33	6.66	ดี
$\bar{X}$	1.61	1.33	1.03	1.46	1.40	6.83	ดี
S.D.	0.19	0.20	0.24	0.24	0.26	0.72	-

*หมายถึง นักเรียนที่มีระดับการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 22 พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.61 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ตามลำดับ

ผลจากการทดสอบแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 2 คน พฤติกรรมของนักเรียนที่พบจากการทำงานของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้ และการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยได้

ทำการวิเคราะห์ และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในระดับปานกลาง เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

นักเรียนคนที่ 4 พบว่า เมื่อให้ค้นคว้าข้อมูลจากกิจกรรมโต้ว่าที โดยครูให้ค้นคว้าข้อมูลห้ามซ้ำแหล่งที่มา พบว่านักเรียนยังคงใช้ข้อมูลที่เพื่อนหามาให้ โดยสั่งให้เพื่อนหามาเพื่อ เพื่อตอบในใบกิจกรรม

นักเรียนคนที่ 13 พบว่า เมื่อให้ทำกิจกรรมโต้ว่าที นักเรียนไม่นำเหตุผลของเพื่อนมาใช้ในการโต้แย้ง แต่จะใช้วิธีการอ่านข้อมูลที่ตนเองค้นคว้ามา โดยไม่คัดกรองมาก่อน

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบทดสอบของนักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยพบปัญหาจากการเลือกคำตอบ และให้เหตุผล ดังนี้

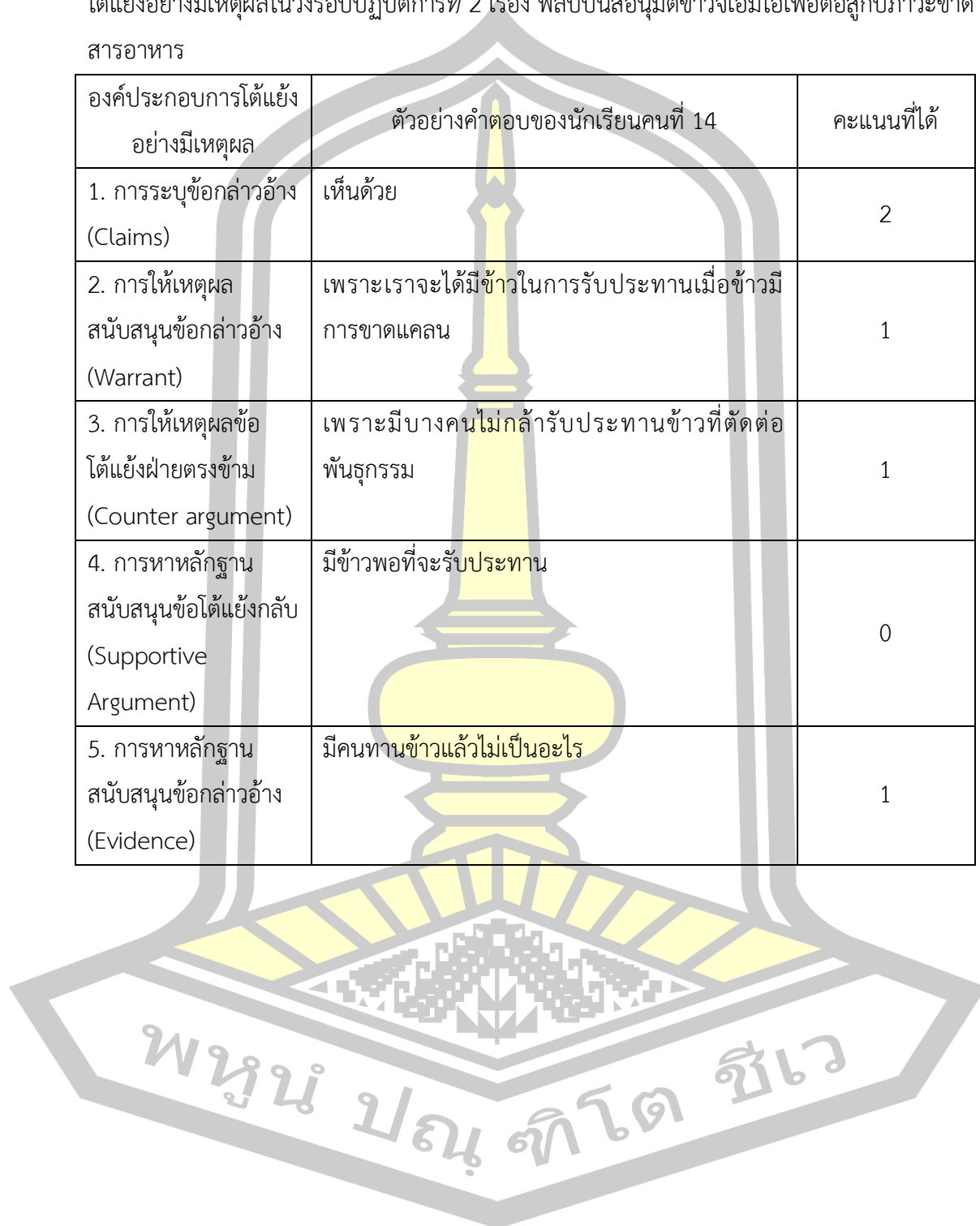


ตาราง 23 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คนที่ 11 จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าวจีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 11	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะยังไม่ชัดเจนว่าเกษตรกรจะสามารถปลูกข้าวได้เมื่อไร นอกจากนี้เงินทุนที่ใช้ในการพัฒนาข้าวสีทองก็นำไปใช้ในการ กระจายอาหารแก่ผู้คนที่ประสบปัญหาน่าจะเห็นผลกว่าการพัฒนาข้าวที่ยังไม่มีระยะเวลาในการผลิตที่แน่ชัด ทำให้ยิ่งเวลาผ่านไปพุดที่ประสบปัญหายิ่งมีมากขึ้น และในอนาคตใหม่แน่นอนว่าข้าวที่ ผ่านการจีเอ็มโออาจจะมามีผลในระยะยาวหรือไม่	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	คิดว่าเป็นเหตุผลเกี่ยวกับข้าวที่ผ่านการจีเอ็มโอจะผลิตสารเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอมากกว่าข้าวที่ไม่ผ่านการจีเอ็มโอ	2
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	ข้าวจีเอ็มโอนั้นอาจเป็นอันตรายในด้านความปลอดภัยและปัญหาอื่นๆ ทำให้เกิดความวิตกกังวล และยังมีเรื่องของเวลา ความพยายาม และเงินทุนที่ใช้ไปกับการพัฒนา	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	ข้าวโพดถือเป็นสิ่งที่โดนตัดต่อพันธุกรรมมากเป็นอันดับต้นๆ ซึ่งอาจทำให้พืชผลิตสารบางอย่างหรือโปรตีนบางชนิดที่ไม่พึงประสงค์ ที่ไม่เหมือนพืชปกติตามธรรมชาติ ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้	2

ตาราง 24 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าวจีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 14	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะเราจะได้มีข้าวในการรับประทานเมื่อข้าวมีการขาดแคลน	1
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	เพราะมีบางคนไม่กล้ารับประทานข้าวที่ติดต่อพันธุกรรม	1
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	มีข้าวพอที่จะรับประทาน	0
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	มีคนทานข้าวแล้วไม่เป็นอะไร	1

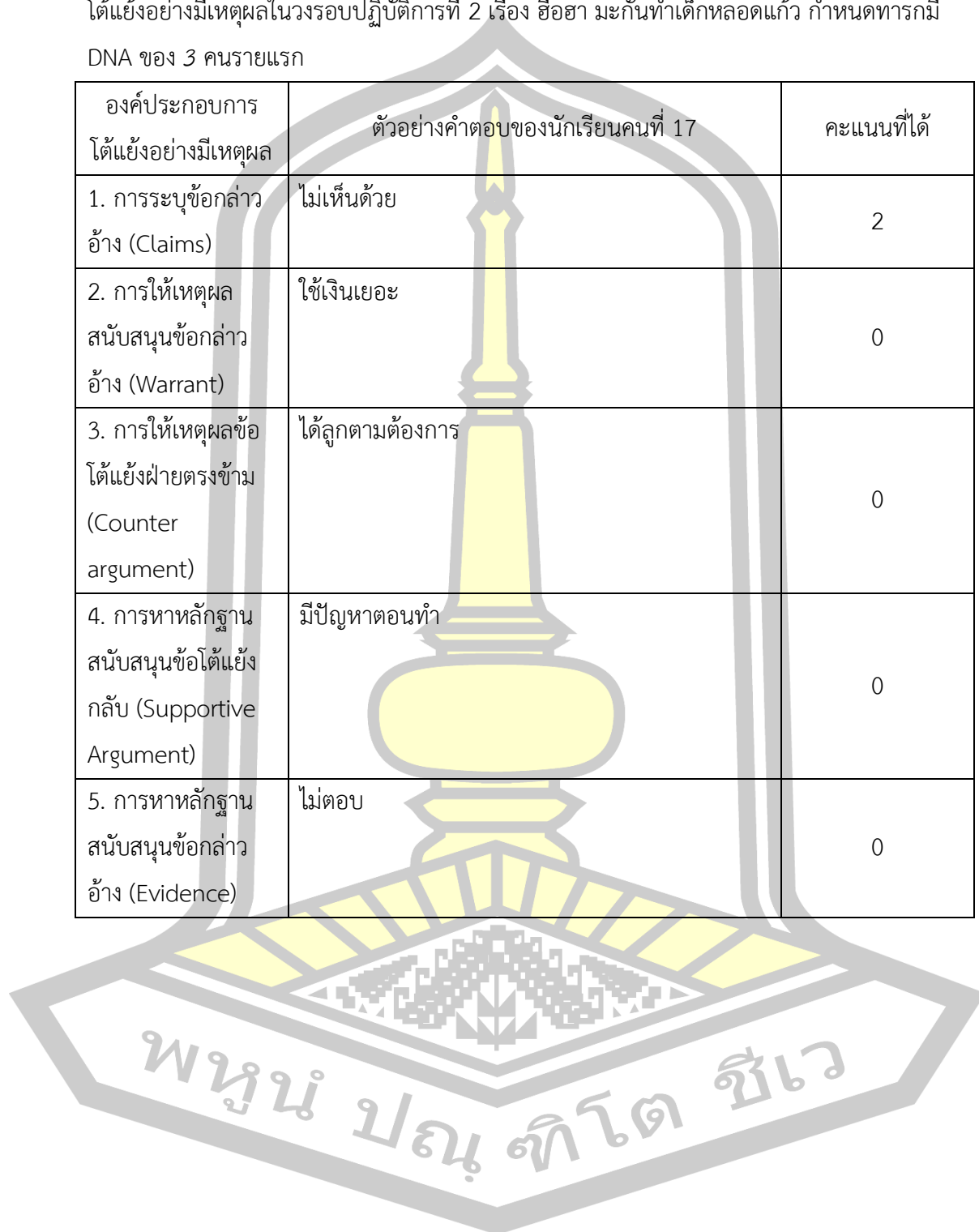


ตาราง 25 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 14 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฮีธฮา มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำหนดทารกมี DNA ของ 3 คนรายแรก

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 16	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะการทำเด็กหลอดแก้วหรือเด็กที่มีดีเอ็นเอจากคน ส่งผลให้เด็กทารกที่เกิดมามีร่างกายที่แข็งแรงและมีโอกาสน้อยที่เกิดมาแล้วเสียชีวิต หากเด็กทารกเกิดมาแล้วเสียชีวิตทางพ่อแม่ก็จะเสียใจมากจึงเป็นการตัดปัญหาคือ เด็กที่เกิดมาจะมีร่างกายที่สมบูรณ์และมีร่างกายที่แข็งแรงอีกด้วย	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	เหตุผลนั้นคือ การทำเด็กหลอดแก้วมีการใช้จ่ายและมีงบประมาณที่สูง มีการใช้ทรัพยากรทางการเงินมาก และเด็กหลอดแก้วอาจเกิด ความผิดพลาดและยังส่งผลต่อเด็กอีกด้วย	2
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	เด็กที่เกิดจากหลอดแก้วไม่มีผลเสียหรือผลเสีย แทบจะน้อยมากเป็นส่วนใหญ่ปัญหาของการทำเด็กหลอดแก้วคือทรัพยากรทางการเงิน ซึ่งใช้จ่ายจำนวนมาก แต่ก็คุ้มกับการที่พ่อแม่จะได้ลูกที่สมบูรณ์ร่างกายแข็งแรงและไม่มีลูกทางพันธุกรรม	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	มีครอบครัวหนึ่งมีลูก 1 คน โดยลูกคนแรกเกิดมาโดยธรรมชาติ และลูกคนที่ 2 เกิดจากการทำเด็กหลอดแก้ว โดยมีพ่อและแม่คนเดียวกัน ปรากฏว่าลูกคนแรกมีโรคทางพันธุกรรม แต่กลับกันลูกคนที่สอง ที่เกิดจากการทำเด็กหลอดแก้วกลับมีร่างกายที่แข็งแรงทนทาน ไม่มีโรคทางพันธุกรรมเหมือนลูกคนแรก ในที่สุดเด็กคนที่เกิดตามธรรมชาติก็เสียชีวิตลง ทางพ่อแม่เสียใจเป็นอย่างมาก	2

ตาราง 26 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 12 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ฮีธฮา มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำหนดทาร์กมี DNA ของ 3 คนรายแรก

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 17	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	ใช้เงินเยอะ	0
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	ได้ลูกตามต้องการ	0
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	มีปัญหาตอนทำ	0
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	ไม่ตอบ	0



ตาราง 27 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 16 ที่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การอุ้มบุญ

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 18	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	เพราะในการรับจ้างอุ้มบุญอาจจะมีปัญหาตามมา คือ อาจจะมีการค้าสีเทาหรือมีการขายไข่หรือเอ็มบริโอ ซึ่งผิดมนุษยชาติ และถ้าหากมีการฝากอุ้มบุญอาจเกิดการหลบหนี เนื่องจากไม่ยากจากเด็กที่ตนเองอุ้มบุญ และอาจก่อให้เกิดปัญหาอีกหลายฝ่ายไม่ว่าจะเป็นข้ออ้างในการค้าประเวณีอีกด้วย	2
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	ทำให้การอุ้มบุญภายในประเทศถูกต้องตามกฎหมาย มีระเบียบบังคับชัดเจน และแก้ปัญหาของการอุ้มบุญ โดยการปลูกฝังค่านิยม และหากไม่มีการอุ้มบุญสำหรับครอบครัวที่มีลูกยาก	2
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	จะแก้ปัญหของครอบครัวที่อยากมีบุตรคือให้ครอบครัวนั้นช่วยอุปถัมภ์เด็กกำพร้าพ่อแม่ โดยที่ไม่มีอคติว่าเด็กคนนี้เป็นสายเลือดคนอื่นไม่ใช่สายเลือดตัวเอง แต่ควรมองกลับไปว่าสายเลือดไม่ได้ส่งผลต่อนิสัย ทัศนคติ อารมณ์ สิ่งเหล่านี้เกิดจากการเลี้ยงดู อีกอย่างการอุ้มบุญใช้งบประมาณที่สูงมากถึงจะแก้ปัญหการอยากมีลูกได้	2
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	เพราะการอุ้มบุญถึงจะเสียเงินเป็นจำนวนมากแต่สิ่งที่ได้ก็คุ้มกับการที่เสียเงินไป การอุ้มบุญได้รับความสนใจจากคู่สมรสที่มีบุตรยากหรือไม่สามารถมีบุตรได้ ถือเป็นทางเลือกให้กับคู่สมรสที่มีบุตรยากหรือไม่สามารถมีบุตรได้ ที่อยากจะมีบุตรไว้เลี้ยงดู	2

ตาราง 28 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 15 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การอุ้มบุญ

องค์ประกอบการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 19	คะแนนที่ได้
1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims)	ไม่เห็นด้วย	2
2. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	ไม่ถูกกฎหมาย	1
3. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument)	ไม่ตอบ	0
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument)	ใช้เงินเยอะ	0
5. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence)	ไม่ตอบ	0

ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด และแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหา และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผลที่ได้แสดงดังนี้

1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

“กิจกรรมที่ครูให้สอนเพื่อนเลยคะ หนูคิดว่าหนูควรจะเพิ่มเติมให้พวกหนูอีกสักหน่อยก่อนที่จะผ่านมันไปคะ”

(นักเรียนคนที่ 8, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“ในการจัดการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนควรหาข้อมูลให้มากขึ้น และใช้เหตุผลที่เหมาะสมและโน้มน้าวมากกว่านี้”

(นักเรียนคนที่ 15, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“อาจจะเสริมเกมง่าย ๆ สนุก ๆ มาช่วงพักเบรก และช่วยจะตั้งใจเรียนขึ้น อ่านหนังสือเยอะขึ้น”

(นักเรียนคนที่ 23, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียน

“หาข้อมูลของเรื่องที่เรานำมาโต้แย้งอย่างละเอียดและโต้แย้งโดยใช้การอ้างอิงจากสิ่งที่ศึกษามาอย่างมีเหตุผล”

(นักเรียนคนที่ 16, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“หาวิธีการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลได้ โดยใช้เหตุผลจากการเรียนรู้มาโต้แย้ง และพูดตามความเป็นจริง”

(นักเรียนคนที่ 17, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“หาข้อมูลให้ได้มากที่สุด แล้วนำข้อมูลมาประยุกต์ในการตอบ และพูดตามความเป็นจริง”

(นักเรียนคนที่ 18, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

“ช่วยมากเลยค่ะ เพราะเราจะพยายามให้ข้อมูลให้ได้เยอะที่สุด เพื่อที่จะให้ฝ่ายตรงข้ามเห็นด้วยกับเรา”

(นักเรียนคนที่ 19, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“สามารถรับรู้เหตุผลได้ โดยการพูดอย่างมีเหตุผลและมีหลักฐานสนับสนุนคำพูดใช้น้ำเสียงที่หนักแน่นและมีความมั่นใจ”

(นักเรียนคนที่ 20, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“สามารถหาเหตุผล หลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อแนวความคิดของตนได้ โดยศึกษาและสามารถหาความเชื่อต่างๆ เพื่อสามารถทำให้เขาค่อยตามเราได้”

(นักเรียนคนที่ 21, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

“สามารถหาเหตุผล หลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิดของตนได้ โดยหาได้จากหนังสือหรือค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตเพื่อนำมาสนับสนุนได้”

(นักเรียนคนที่ 24, มีนาคม 2564: แบบสัมภาษณ์)

2.4 ขั้นสะท้อนผล

จากการประเมินผลข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังตารางที่ 29

ตาราง 29 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา
นักเรียนบางกลุ่มมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะทำการโต้แย้งกลับ
นักเรียนที่ไม่ได้นำเสนอมักจะพูดแย้งเพื่อนขณะที่เพื่อนนำเสนอ รวมทั้งมีการใช้คำพูดที่ไม่เหมาะสม
นักเรียนไม่กล้าแสดงออกในการนำเสนองาน และไม่กล้าแสดงความคิดของตนเอง
นักเรียนไม่นำเหตุผลของเพื่อนมาโต้แย้งแต่จะอ่านข้อมูลที่ตัวเองได้รับมอบหมายให้อ่าน มาโต้แย้ง
นักเรียนบางส่วนไม่ค้นคว้าหาข้อมูล และนำข้อมูลที่เหลือจากเพื่อนมาตอบในใบกิจกรรม
นักเรียนบางส่วนคุยเล่นในระหว่างการทำกิจกรรมทำให้วิเคราะห์ปัญหาของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นประเด็นปัญหาที่เคยให้นักเรียนวิเคราะห์มาก่อนหน้านั้น

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลทั้ง 2 วงจรปฏิบัติการ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ซึ่งเห็นได้จากคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีแนวโน้มดีขึ้นทุกกรอบ

จากการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยสรุปได้ดังนี้

1) ก่อนการจัดการเรียนรู้

มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียน ทั้งหมด 40 คน มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเฉลี่ยอยู่ที่ 5.20 จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป จำนวน 16 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

จำนวน 24 คน โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 3.95 จัดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้

2) วงจรปฏิบัติการที่ 1

หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.46 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ตามลำดับ

จากการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติที่ 1 พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการเข้าใจเนื้อหาที่เรียน หรือเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากที่ศึกษา และเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมที่ค่อนข้างจำกัดทำให้บางกิจกรรมที่ทำ ไม่ทันเวลาบ้าง นักเรียนยังไม่สามารถบอกเหตุผลสนับสนุน ข้ออ้างได้มากกว่า 1 เหตุผล ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มภายหลังจากการได้แสดงบทบาทสมมติในการเป็นเกษตรกร ผู้ค้าและผู้บริโภค โดยนำข้อมูลจากสำรวจ และการแสดงบทบาทสมมติที่เป็นผลกระทบของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ มาใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจในประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสังเคราะห์แนวคิดจะส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยผ่านการใช้ใบกิจกรรม พบว่าแต่ละกลุ่มได้นำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าสืบค้นและแสดงบทบาทสมมติมาสะท้อน และตัดสินใจเลือกสินค้าให้กับตนเอง สามารถบอกเหตุผลของการเลือกซื้อสินค้า ได้โดยมีการอ้างอิงจากแหล่งอ้างอิงที่สืบค้น และจากการแสดงบทบาทสมมติของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นที่ได้อภิปรายในข้อต่างๆ

3) วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.61 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 หลักฐาน

สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ตามลำดับ

จากการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่า เวลาในการจัดกิจกรรมไม่พอในบางข้อทำให้การสะท้อนคิดในบางหัวข้อ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสะท้อนคิดเป็นรายบุคคลซึ่งบางคนมีการลอกเพื่อนมาส่งจึงไม่ได้แสดงถึงการสะท้อนคิดของนักเรียนคนนั้นๆ ผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนรูปแบบการสะท้อนคิดเพื่อให้ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน โดยผู้วิจัยได้แต่กระดาษเป็นแผ่นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้เขียนแนวความคิดการสะท้อนคิดของแต่ละคนที่ได้จากกิจกรรมการสำรวจประเด็นปัญหาและการแสดงบทบาทสมมุติจากการเป็นนักโต้วาที จากนั้นให้แต่ละคนในกลุ่มเรียนเวียนศึกษาการสะท้อนแนวคิดของเพื่อนภายในกลุ่ม และเวียนศึกษาการสะท้อนแนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการสะท้อนคิด พบว่านักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมอย่างดีมากขึ้นมีการสังเคราะห์แนวคิดสะท้อนแนวความคิดและแสดงออกทางความคิดของตนเองได้อย่างมากขึ้น เนื่องจากกว่าเป็นการเขียนทุกคนจะได้สังเคราะห์แนวคิดก่อนที่จะเขียน นักเรียนมีความพยายามในการแสดงความคิดเห็นมากขึ้นและก็ตัดสินใจได้ด้วยตัวเองมากยิ่งขึ้น

จากทั้งสองวงจรปฏิบัติการ จำนวนนักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น จากการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ และมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลดังแสดงในตารางที่ 30

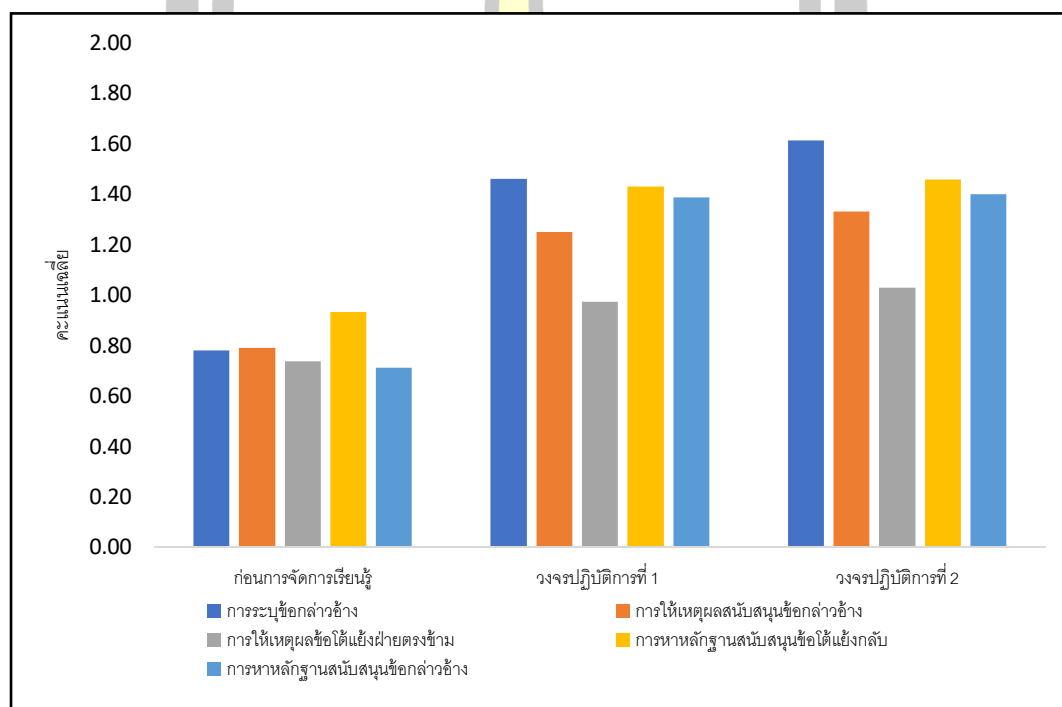
ตาราง 30 คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2

วงจรปฏิบัติ	คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
ก่อนการจัดการเรียนรู้	5.20	16 คน จาก 40 คน
วงจรปฏิบัติที่ 1	6.50	16 คน จาก 24 คน
วงจรปฏิบัติที่ 2	6.83	22 คน จาก 24 คน

จากตารางที่ 30 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลไม่เพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเท่ากับ 5.20, 6.50 และ 6.83 ตามลำดับ แต่จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนไม่

ผ่านเกณฑ์ 24 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 8 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 2 คน

จากผลการวิจัยทั้ง 2 วงรอบปฏิบัติการพบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลรายด้านของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 ที่มีระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านข้อกล่าวอ้าง ด้านหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ ด้านหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ด้านเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าว และด้านเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังภาพ 2



ภาพ 2 คะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลรายด้านของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

สรุปผล

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 24 คน โดยดำเนินการวิจัยตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 2 วงจรปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สรุปได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.46 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ตามลำดับ

วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน คะแนนของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.61 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลเป็นวงจรปฏิบัติการได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 คะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.46 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลทำได้โดยการสร้างสถานการณ์การเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดประเด็นการโต้แย้งจากนั้นจึงใช้คำถามกระตุ้นความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การรวบรวม และเชื่อมโยงหลักฐานจากสถานการณ์การเรียนรู้เข้ากับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนได้สร้างขึ้นสำหรับนำไปใช้โต้แย้งกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างไปจนนำไปสู่การลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมีการหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือประกอบการคิด จนนำไปสู่การตัดสินใจต่างๆ อย่างรอบคอบอยู่บนหลักการของคุณธรรม และจริยธรรม (Cavagnetto, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับ วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 62.40 เป็นร้อยละ 89.60 คิดเป็นร้อยละ 27.20 และ เมื่อวิเคราะห์

องค์ประกอบแยกเป็นรายด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเฉลี่ยด้านข้อกล่าวอ้าง (Claim) มากที่สุดคือร้อยละ 100 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านหลักฐาน (Evidence) น้อยที่สุดคือร้อยละ 71.80 การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษฎา ทองประไพ (2559) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งอยู่ในภาพรวมระดับพอใช้และดี เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของการโต้แย้งก่อนการเรียนของนักเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลการให้หลักฐานอยู่ในระดับดี ส่วนการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนในการโต้แย้งกลับจะอยู่ในระดับพอใช้ แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่าส่วนใหญ่มีพัฒนาการโดยรวมเพิ่มขึ้นเป็นระดับดีและดีมาก ซึ่งพัฒนาการแต่ละองค์ประกอบจะมีการระบุข้อกล่าวอ้างและเหตุผล และการให้หลักฐานอยู่ในระดับดีมาก และการให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งอยู่ในระดับดี และจากผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด และแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหา และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีคะแนนที่เกือบจะผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การที่นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์นั้น มีปัญหาในการทำความเข้าใจเนื้อหาอยู่บ้าง นักเรียนยังระบุปัญหาไม่ชัดเจน นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนน้อย ซึ่งส่งผลต่อการทำกิจกรรมขั้นต่าง ๆ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้นำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำไปปรับปรุงและพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 คะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีนักเรียนที่คะแนนลดลง เนื่องจากเกิดความเข้าใจตอบคำถามคำเดิมซ้ำๆ ในสถานการณ์เดิมจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ตัวของนักเรียนเขียนคำตอบน้อยลง คะแนนจึงลดน้อยลงตามคำตอบที่เขียนไป ส่วนการที่นักเรียนบางคนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน อาจเนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นแบบประเมินชนิดเขียนตอบที่ยกสถานการณ์จริงให้นักเรียนอ่านวิเคราะห์แล้วแสดงความคิดเห็นด้วยและไม่เห็น ด้วยพร้อมแสดงผลประกอบนักเรียนจะต้องปรับพฤติกรรมในการทำแบบประเมินจึงยังไม่สามารถสะท้อนความคิดเห็นและแสดงผลได้มากเพียงพอ ดังนั้นเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูควรคำนึงถึงปัจจัยในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ บทบาทของครูในการนำนักเรียนอภิปราย การใช้กรอบแนวคิดหรือคำถาม นำ

บริบทของ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และบทบาทของนักเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้และโดยภาพรวมคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 มีระดับการโต้แย้งอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.61 รองลงมาคือ หลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33 และเหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ตามลำดับ เนื่องจากการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีการวางแผนขั้นตอนในการดำเนินการ มีการสังเกตพฤติกรรม และการวัดผลสัมฤทธิ์ (ความรู้) ซึ่งเป็นแนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ กระบวนการ (Processes) ความรู้ (Knowledge) และเจตคติ (Attitudes) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจและเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำเป็นที่จะต้องให้เขาเหล่านั้นมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งจะแก้ปัญหาและดำเนินชีวิตในแต่ละวันอย่างปกติสุขโดยอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นฐานประกอบการตัดสินใจได้มากขึ้น (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2551) แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลนักเรียนได้ โดยจัดการเรียนรู้แบบประเด็นที่เป็นปัญหาทางสังคมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งลักษณะของปัญหานั้นยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด มีผลกระทบหลายด้าน ปัญหานั้นทำให้เกิดการโต้แย้งได้เป็นอย่างดีและเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนมีความเห็นที่แตกต่างกันได้ อีกทั้งยังทำให้ครูชักนำให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้คำถามในการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น และบทบาทของตนเอง ซึ่งบางส่วนของผลการวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาณัฐวัตร อ้ายแก้ว (2563) ได้พัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 คน พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 แยกออกเป็นอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 35.2 และระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 โดยองค์ประกอบการโต้แย้งที่นักเรียนพัฒนามากที่สุดคือ ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง ส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม ในส่วน of นักเรียนที่ยังมีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 เนื่องจากทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะที่เกิดขึ้นได้ยาก และต้องใช้เวลาในการฝึกฝน นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ เป็นอย่างดีจึงจะมีทักษะการโต้แย้งที่ดีได้ สอดคล้องกับการศึกษา ชรินทร์ทิพย์

ศุขศาสตร์ (2560) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยาการศึกษาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของการโต้แย้ง พบว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล การสร้างข้อสนับสนุนการโต้แย้งรวมทั้งการคัดค้าน และการสร้างหลักฐานนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี การสร้างการโต้กลับนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ และสอดคล้องกับ บุศมาพร กันทะวัง (2562) ที่ศึกษาเรื่องแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีระดับความรู้พื้นฐานศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13.73 เป็นร้อยละ 76.00 หรือจากระดับต่ำเป็นระดับสูง

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานของนักเรียน หลังจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลผ่านเกณฑ์ 16 คน และหลังจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลผ่านเกณฑ์ 22 คน ตามลำดับ โดยรวมนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลนักเรียนได้ โดยจัดการเรียนรู้แบบประเด็นที่เป็นปัญหาทางสังคมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ซึ่งลักษณะของปัญหานั้นยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด มีผลกระทบหลายด้าน ปัญหานั้นทำให้เกิดการโต้แย้งได้เป็นอย่างดีและเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนมีความเห็นที่แตกต่างกันได้ อีกทั้งยังทำให้ครูชักนำให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้คำถามในการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น และบทบาทของตนเอง ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการอภิปรายของนักเรียนและควรรับฟังพร้อมกับพยายามจัดการกับปัญหาเมื่อนักเรียนเกิดความขัดแย้ง (Dawson and Venville, 2010) เน้นย้ำให้นักเรียนทราบกฎกติกาของการอภิปราย และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีทักษะในการโต้แย้งกลับโดยอยู่บนหลักฐานและเหตุผลมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Marttunen & Laurinen, 2001) ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการอภิปรายของนักเรียนและควรรับฟังพร้อมกับพยายามจัดการกับปัญหาเมื่อนักเรียนเกิดความขัดแย้ง (Dawson and Venville, 2010) เน้นย้ำให้นักเรียนทราบกฎกติกาของการอภิปราย และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และสอดคล้องกับ ศศิเทพ ปิตีพรเทพิน (2557) ได้กล่าวไว้ ว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล นักเรียนต้องมีการนำ

ข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ได้แล้ว มาตีความรวมทั้งลงข้อสรุปในรูปของคำอธิบายต่าง ๆ เพื่อโต้แย้งหรือแสดงผลสนับสนุนสมมติฐานของตน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) พบว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้จัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และควรเป็นประเด็นที่มุ่งส่งเสริมการนำหลักคุณธรรมและจริยธรรมมาตัดสินใจในประเด็นนั้นๆ ภายใต้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสนทนาอภิปราย และได้แย้งที่นำไปสู่ข้อสรุปได้ และจากผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนกล่าวว่า การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลจะทำได้นั้นเราต้องหาข้อมูลในหัวข้อที่ผู้วิจัยได้กำหนดจึงจะสามารถโต้แย้งให้กลุ่มเพื่อนอย่างมีเหตุผลได้ โดยการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะต้องมีการหาข้อมูลในหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนดอย่างดีจึงจะทำให้กลุ่มเพื่อนเห็นด้วยกับเหตุผลดังกล่าว และก็ต้องฟังเหตุผลของเพื่อนด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสืบค้น เพื่อหาข้อมูลในการแสดงความคิดเห็นในหัวข้อที่ได้รับไป เมื่อแต่ละกลุ่มนักเรียนแสดงผลกระทบทั้งด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษของผลิตภัณฑ์ที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรมตามที่ได้รับในแต่ละกลุ่ม พบว่า เมื่อจบการขานนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตัดสินใจและแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้นักเรียนยอมรับเหตุผลของเพื่อนให้การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่มีทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยการโต้แย้งจะใช้เหตุผลจากข้อมูลที่ได้อ่านมาได้จากทางอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ หรือหนังสือที่ได้สืบค้นมาจากการแสดงบทบาทสมมติ ทำให้นักเรียนได้ฝึกความกล้าที่จะโต้แย้งในบทบาทดังกล่าว ดังที่ Moje et al. (2001) ได้เสนอว่าการทำให้นักเรียนตระหนักถึงความแตกต่างการโต้แย้งในชีวิตประจำวันกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการอภิปรายที่ดีได้ จะเห็นได้ว่านักเรียนลดการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์ และเปลี่ยนมาโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้ามากขึ้น นอกจากนั้นการตั้งกฎหรือกติกาในการทำกิจกรรมอภิปรายในห้องเรียน



ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งอาจจะต้องเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้มีเวลาในการศึกษาค้นคว้ามากขึ้น และต้องเตรียมจัดสื่อให้พร้อมและเพียงพอแก่นักเรียน

1.2 ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญ และเวลา ในขั้นตอนที่นักเรียนแสดงความคิดเห็น เนื่องจากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การที่นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงความคิดเห็น จะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ดีขึ้น ควรยืดหยุ่นเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

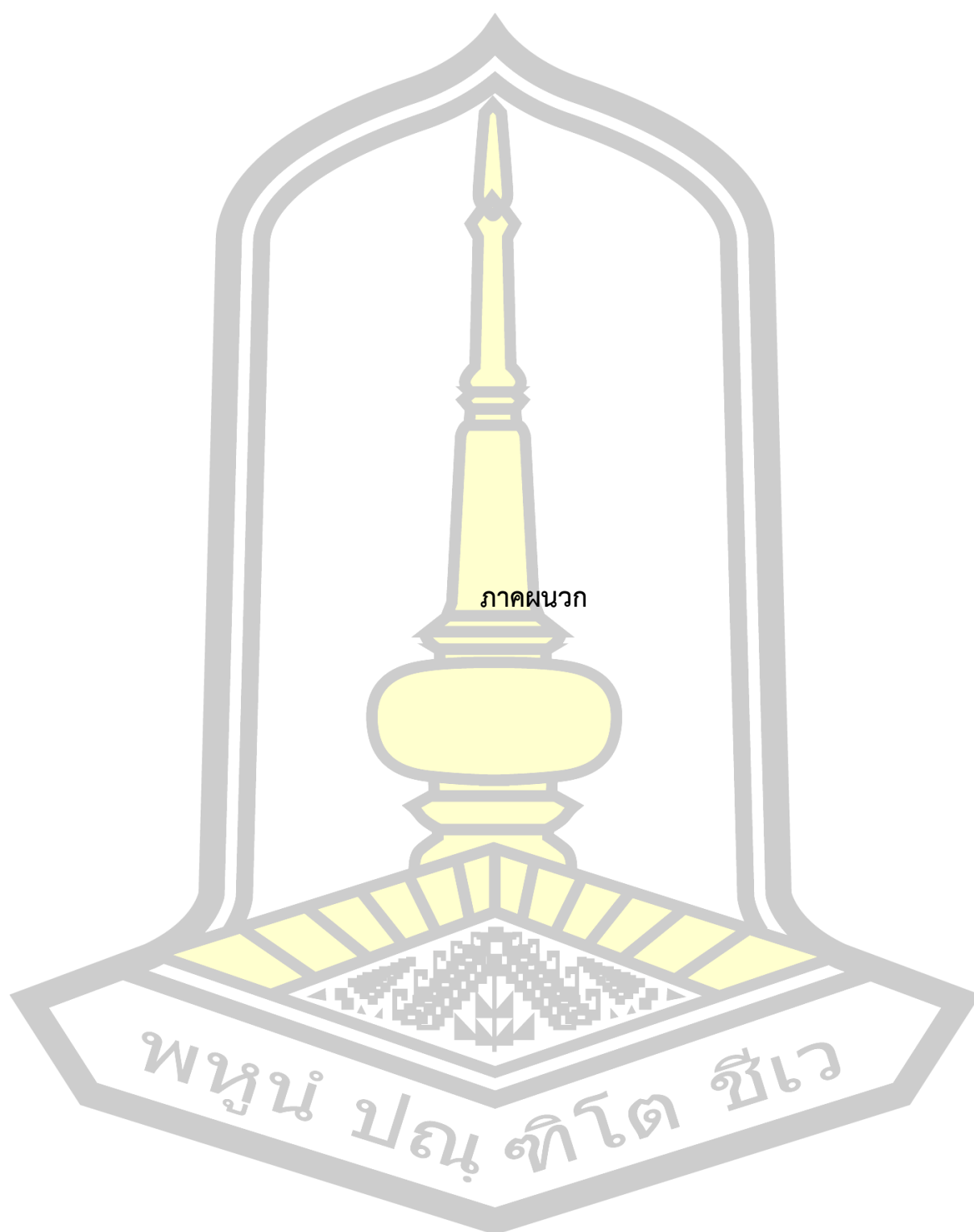
1.3 ครูผู้สอนควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจหรือกำลังเป็นที่สนใจอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม

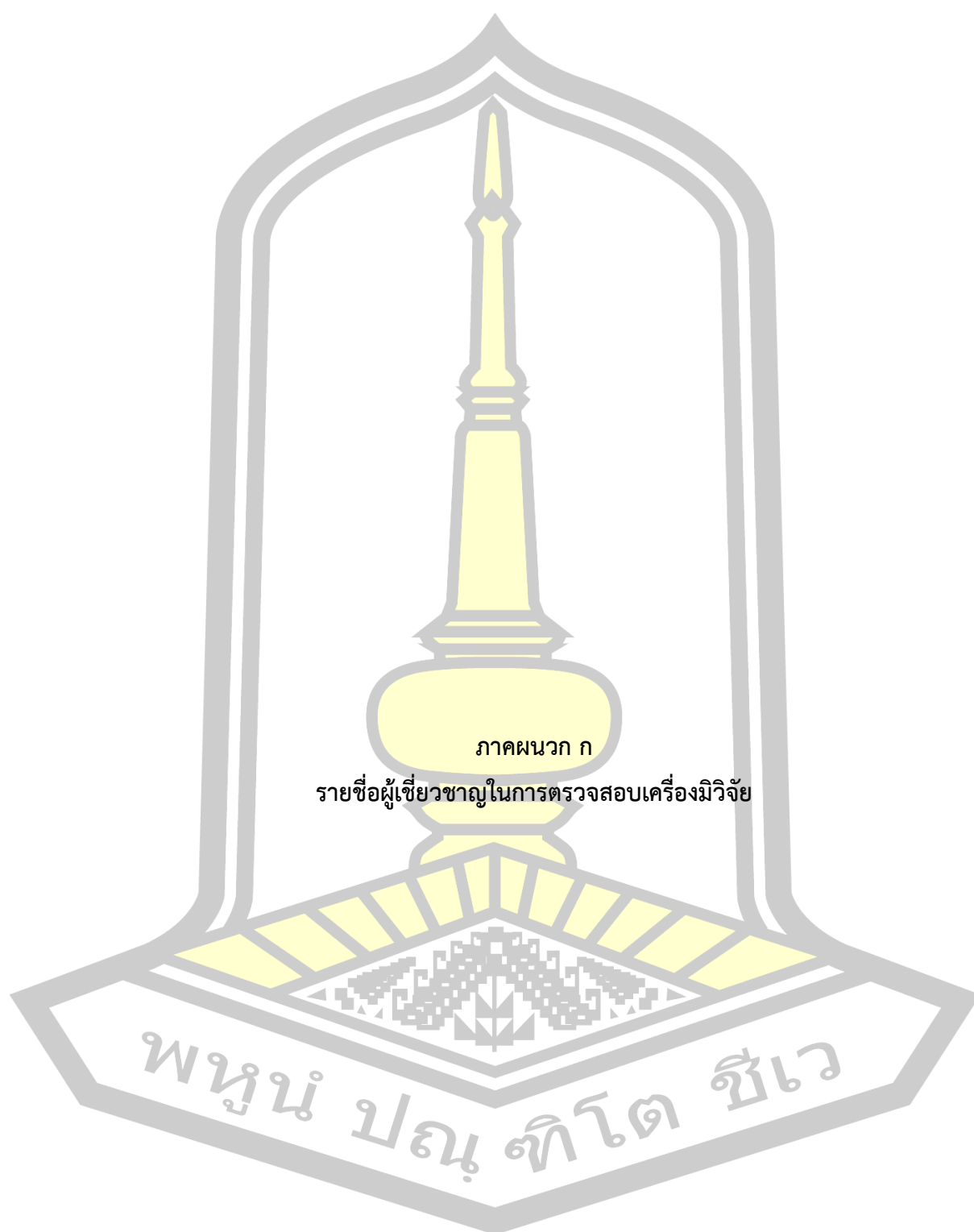
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในห้องเรียนอื่น หรือสถานศึกษาอื่น เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนในระดับชั้นเดียวกัน เพื่อทดสอบความถูกต้องของผลการศึกษา ทำให้ผลการศึกษาน่าเชื่อถือมากขึ้น

2.2 ควรเพิ่มประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ให้ทันกับสถานการณ์ในปัจจุบันและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันนักเรียน สำนวจความสนใจของนักเรียนก่อนทำการเรียนการสอนว่านักเรียนมีความสนใจในประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในเรื่องใด แล้วจึงนำมาเป็นประเด็นในการสอนเพื่อกระตุ้นความกระตือรือร้นที่จะเรียนมากขึ้น

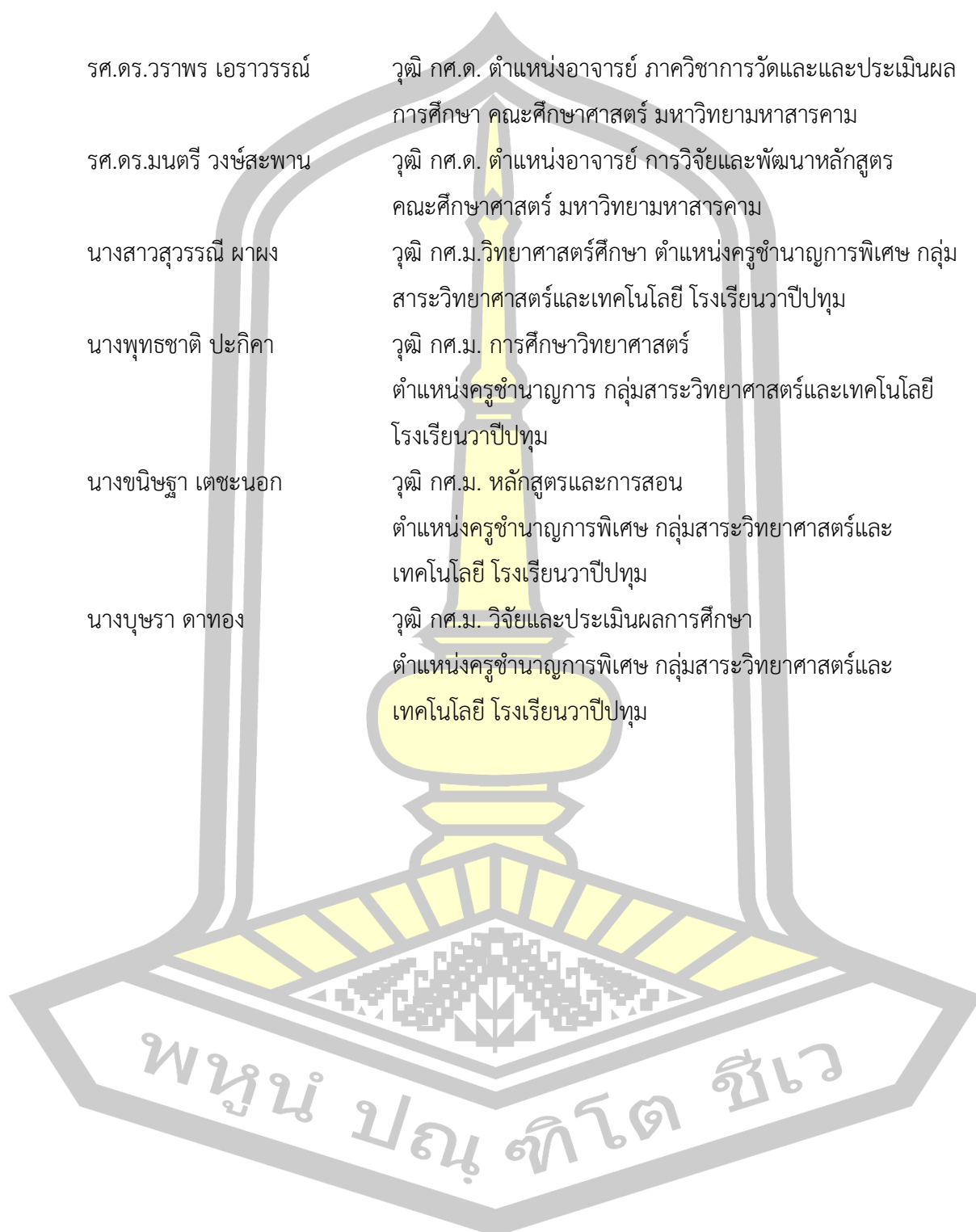
พูน ปณ จิต ชเว





รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รศ.ดร.วราพร เอรารวรรณ์	วุฒิ กศ.ด. ตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาการวัดและประเมินผล การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน	วุฒิ กศ.ด. ตำแหน่งอาจารย์ การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
นางสาวสุวรรณี ผาผาง	วุฒิ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่ม สาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม
นางพุทธชาติ ปะกิดา	วุฒิ กศ.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่งครูชำนาญการ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม
นางชนิษฐา เตชะนอก	วุฒิ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม
นางบุษรา ดาทอง	วุฒิ กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี โรงเรียนนาปีปทุม





ที่ อว 0605.5(2)/ว1233

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขออนุญาตขอความเห็นชอบเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวาปีปทุม

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขนะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พื้นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้ง

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวสราวลี ลิขนะวรคุณ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910507694



ที่ อว 0605.5(2)/ว1233

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวสุวรรณี ผาผาง

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขณะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวสราวลี ลิขณะวรคุณ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0910507694



ที่ อว 0605.5(2)/ว1414

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวสุวรรณี ผาผาง

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขณวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0910507694



ที่ อว 0605.5(2)/ว1414

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางบุษรา ดาทอง

ด้วย นางสาวสรวลี ลิขนะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0910507694



ที่ อว 0605.5(2)/ว1414

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางพุทธชาติ ปะกิกา

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขนะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชุกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910507694



ที่ อว 0605.5(2)/ว1414

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางชนิษฐา เตชะนอก

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขนะวรรณคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0910507694



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว1414 วันที่ 16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขณะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว1414 วันที่ 16 มิถุนายน 2564

เรื่อง ขออนุมัติครุฑเป็นผู้ใช้ชื่อยาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

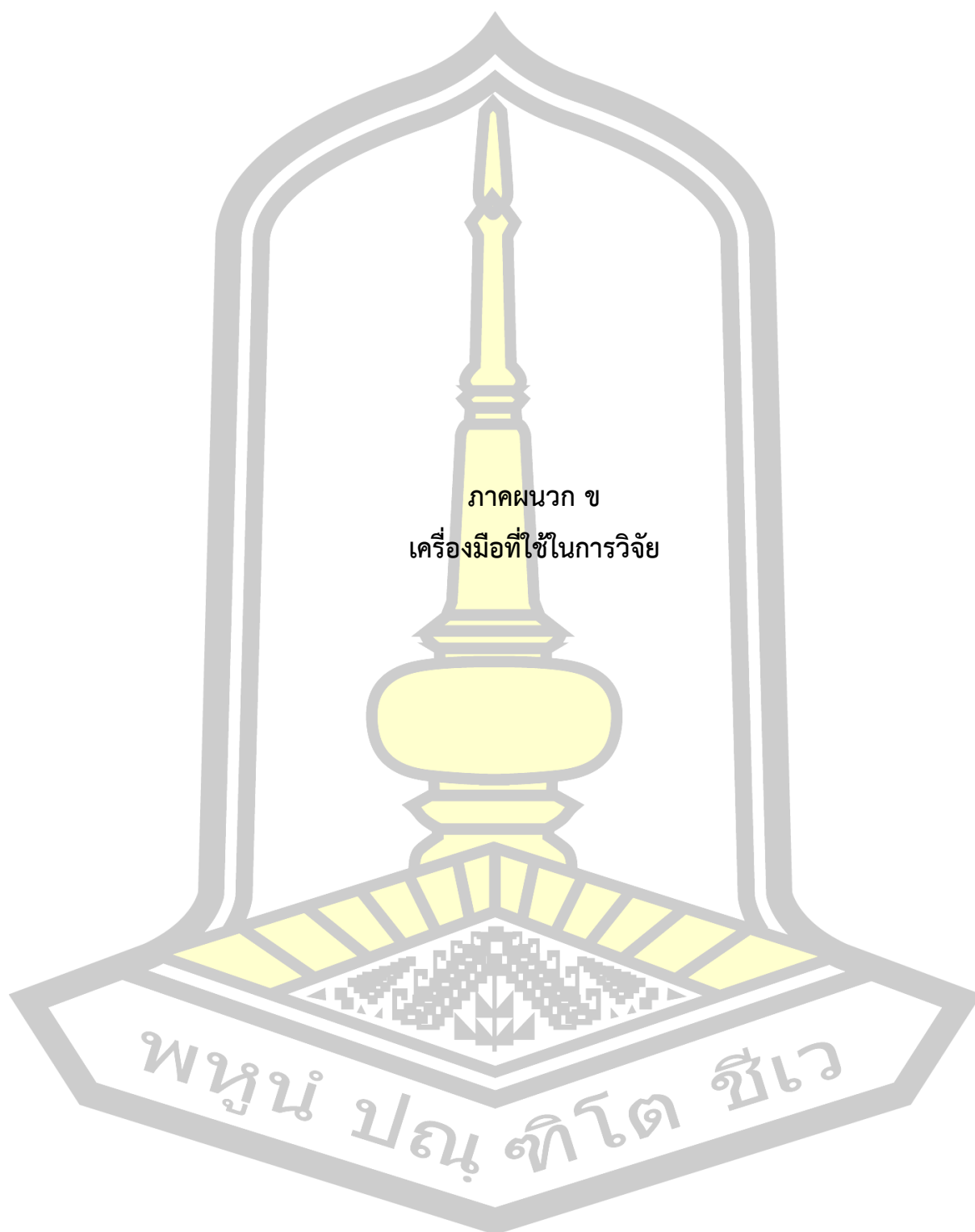
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ์

ด้วย นางสาวสราวลี ลิขนะวรคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “เรื่องการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชูกำแพง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุฑจากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

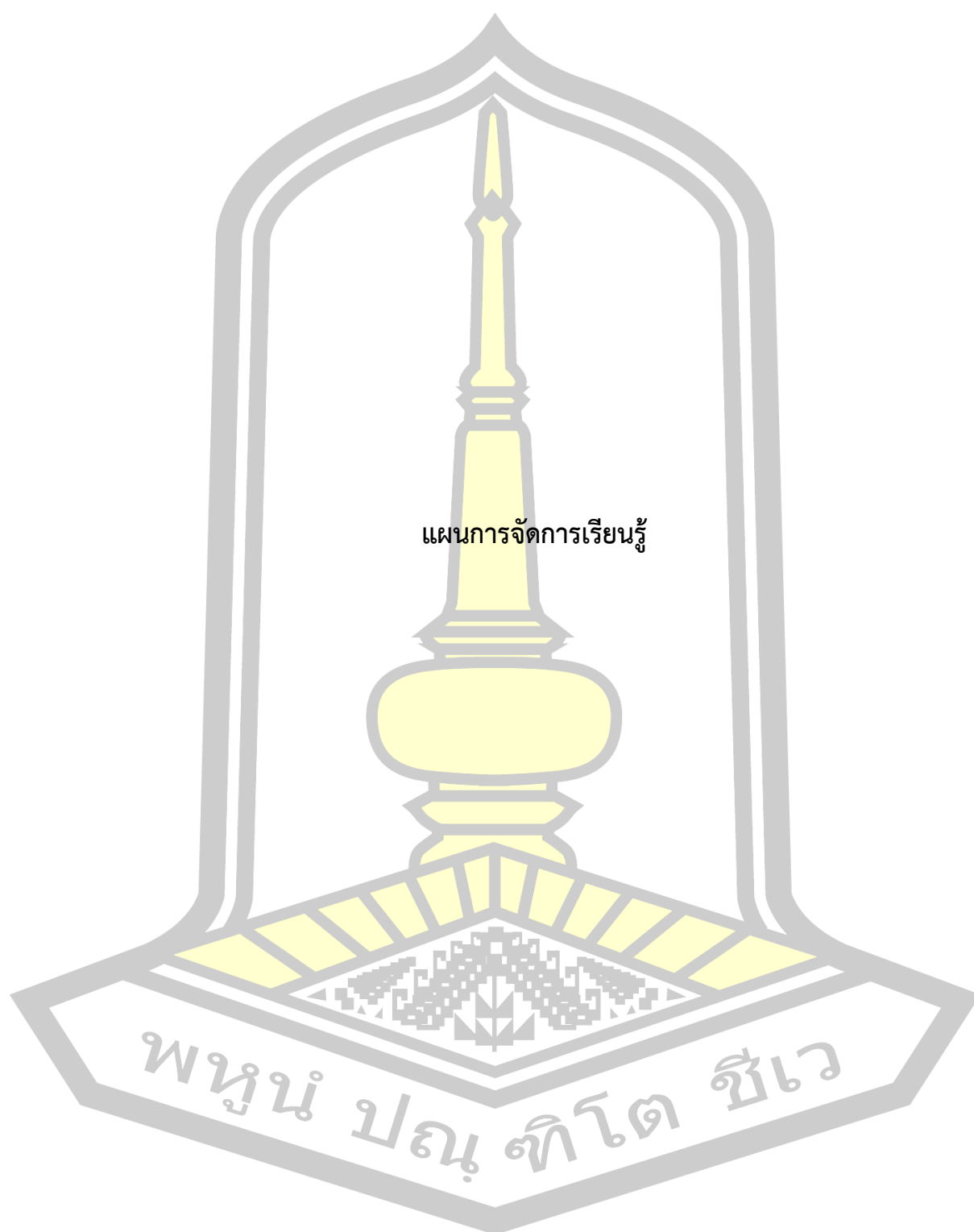
(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พูนัน ปณ จิโต ชีเว



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวสราลี ลิขณวรคุณ

โรงเรียนวาปีปทุม

1. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. สาระสำคัญ

การโคลนดีเอ็นเอ (DNA cloning) เป็นการเพิ่มจำนวน DNA ซึ่งหาก DNA บริเวณนั้นเป็นยีน จะเรียกว่า การโคลนยีน (gene cloning) การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย เป็นการเพิ่มจำนวนปริมาณ DNA โดยการตัดชิ้นส่วน DNA แล้วนำไปเชื่อมต่อกับเวกเตอร์ เช่น พลาสมิด (plasmid) ของแบคทีเรีย และนำแบคทีเรียไปเลี้ยงเพิ่มจำนวนเพื่อให้มีปริมาณชิ้นส่วน DNA ที่เพิ่มขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียได้
2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
3. นักเรียนมีความใจกว้าง

4. สาระการเรียนรู้

การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา

- 1.1 ให้นักเรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรทางพันธุกรรม ทาง <https://www.youtube.com/watch?v=7TmcXYp8xu4> ที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์พืชและสัตว์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม โดยใช้หลักการและเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการตัดต่อและปลูกถ่ายยีนจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งหรือชนิดเดียวกัน และยีนที่ถูกถ่ายทอดไปนั้นสามารถทำงานสร้างโปรตีนได้เช่นเดิม และภาพของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ชนิดต่างๆ และแหล่งของยีนที่นำ มาใส่ในสิ่งมีชีวิตนั้น เช่น

แบคทีเรียที่สร้างอินซูลินที่ยีนควบคุมการสร้างอินซูลินได้มาจากมนุษย์ข้าวโพด BT ที่ยีนควบคุมการสร้างสารพิษได้มาจากแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*

หนูเรืองแสงที่ยีนสร้างโปรตีนเรืองแสงได้มาจากแมงกะพรุน

1.2 ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เรื่อง มะละกอแช่ดำต้านโรคจุดวงแหวน ที่เกี่ยวกับ กรมวิชาการเกษตรจึงได้วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์มะละกอต้านต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยนำยีนจากไวรัสมาใส่ในมะละกอเพื่อให้มะละกอต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน ทดลอง ณ สถานีทดลองพืชสวน ขอนแก่น

แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่ได้รับการยอมรับให้ปลูกในประเทศไทย ซึ่งจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ต่อมาในปี พ.ศ. 2556 สภาพยุโรปรวบพบมะละกอจีเอ็มโอในบริเวณอื่นนอกสถานีทดลองมากกว่า 20 ครั้ง ทำให้สหภาพยุโรปห้ามนำมะละกอออกประเทศไทยเข้าสหภาพยุโรป กรีนพีซเรียกร้องให้รัฐบาลไทยหยุดการทดลอง นับแต่บัดนี้ รัฐบาลต้องกำหนดข้อห้ามการทดลอง GMO ในไร่นาเปิดทั้งหมดรวมทั้งต้องเข้มงวดกับพื้นที่ และสถานีทดลองเกิดความกังวลที่จะเกิดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมและความกังวลด้านต่างๆ

ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นเข้าสู่บทเรียน

1. จากสถานการณ์เรื่อง มะละกอแช่ดำต้านโรคจุดวงแหวน “กรมวิชาการเกษตรได้วิจัยพัฒนาพันธุ์มะละกอต้านต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม” คำที่ขีดเส้นใต้มีความหมายว่าอย่างไร

2. กระบวนการสร้างพืช GMO มีขั้นตอนอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์

2.1 ให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับการโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย และให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน

2.2 นักเรียนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน และร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การโคลนนิ่งโดยใช้ พลาสมิดของแบคทีเรีย เป็นการเพิ่ม DNA ที่ต้องการโดยอาศัยพลาสมิดเป็นดีเอ็นเอพาหะนำยีนเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย และนำ แบคทีเรียไปเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนพลาสมิดที่มียีนที่ต้องการจะเพิ่มจำนวน

2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นคุณสมบัติของพลาสมิดที่ใช้เป็นเวกเตอร์ โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 25 เรื่อง การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย มีสมบัติดังนี้

- (แนวคำตอบ 1. มีจุดเริ่มต้นของการจำลองดีเอ็นเอเพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนได้ด้วยตัวเอง
 2. มียีนสำหรับคัดเลือกในเซลล์เจ้าบ้าน เช่น ยีนต้านทานยาปฏิชีวนะ
 3. มีบริเวณที่เป็นตำแหน่งตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะหลายชนิดสำหรับแทรก DNA หรือยีนที่ต้องการ)

2.4 ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการโคลนยีนโดยใช้พลาสติกของแบคทีเรีย และคัดเลือกโคลนที่ต้องการจากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และตอบคำถามลงในใบกิจกรรม 1 เรื่อง การโคลนยีนโดยใช้พลาสติก ของแบคทีเรีย

2.5 ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนภาพและขั้นตอนการ การโคลนยีนโดยใช้พลาสติกของแบคทีเรียลงในใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจ

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาประเด็นปัญหาทางสังคม โดย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พิจารณาจากการทำดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์เพื่อผลิตเป็นพืชตัดแปรทางพันธุกรรม ซึ่งผลกระทบของการทำพืชตัดแปรพันธุกรรมกรีนพีซีมีมาตรการสั่งหยุดการทดลองมะละกอ GMO นี้เนื่องจากการแพร่กระจายไปยังภายนอกสถานีวิจัยทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ นักเรียนคิดว่าจากข้อความข้างต้นมะละกอ GMO ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านใดบ้าง อย่างไร ให้เขียนผลกระทบอย่างน้อย 4 ด้าน และเขียนลงในกระดาษ a4 ที่ครูแจกให้ในแต่ละกลุ่ม

ผลกระทบ	ข้อดี	ข้อเสีย
(ผลกระทบด้านเกษตรกรรม)		
(ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม)		

ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับฉลาก เพื่อสุ่มเลือกเป็นเพื่อแสดงบทบาทสมมติ โดยมีบทบาทดังนี้

บทบาท	หน้าที่
เกษตรกรที่สนับสนุนการเลือกใช้มะละกอ GMO	แสดงเหตุผลผลการสนับสนุนการเลือกใช้มะละกอ GMO เพื่อให้ลูกค้าเลือกซื้อมะละกอของร้านตนเอง

เกษตรกรที่ต่อต้านการเลือกใช้ มะละกอ GMO	แสดงเหตุการณ์ต่อต้านการเลือกใช้มะละกอ GMO เพื่อให้ลูกค้าเลือก ซื้อมะละกอของร้านตนเอง
ลูกค้า	พิจารณาและนักเรียนจะตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า

4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้เป็นกรอบแนวคิด/ผังมโนทัศน์ ในเรื่องที่กลุ่ม
ของตนเองได้รับมอบหมายเพื่อเตรียมในการนำเสนอขายมะละกอให้เพื่อน

4.3 ให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ในฝ่ายเสนอ และฝ่ายค้านออกมาโต้ว่าที่ โดย
กำหนดให้ทุกคนได้มีส่วนในการขายมะละกอของกลุ่มตนเอง คนละ 0.5-1 นาที และให้นักเรียนกลุ่มที่
ไม่ได้นำเสนอ จัดบันทึกลงในสมุด และส่งสมุดท้ายคาบเรียน

4.4 ให้นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นลูกค้าตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าของเกษตรกรทั้งสองฝ่าย
เสนอมา และโหวตว่าจะเลือกซื้อร้านใด

ขั้นที่ 5 กิจกรรมสะท้อนคิด

5.1 ให้นักเรียน พิจารณาและตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในใบกิจกรรม หากนักเรียนเป็น
เกษตรกรที่ทำได้มะละกออยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO และทราบถึง
วัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอจีเอ็มโอต่อสังคม
แต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่เพราะเหตุใด (ให้ใช้เหตุผลและ
ผลกระทบประกอบการตัดสินใจ)

6. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การ ประเมิน
1.นักเรียนสามารถอธิบายหลักการ สร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้	การทำใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	คะแนนไม่ต่ำ กว่าร้อยละ 60
2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมี เหตุผล	การทำแบบวัดทักษะ การโต้แย้งอย่างมี เหตุผล	แบบวัดทักษะ การโต้แย้งอย่าง มีเหตุผล	คะแนนไม่ต่ำ กว่าระดับปาน กลาง
3.นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ใน การศึกษา	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน	คะแนนไม่ต่ำ กว่าระดับ 2

7. สื่อการเรียนรู้

7.1 แบบฝึกหัด

7.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7.3 ใบกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

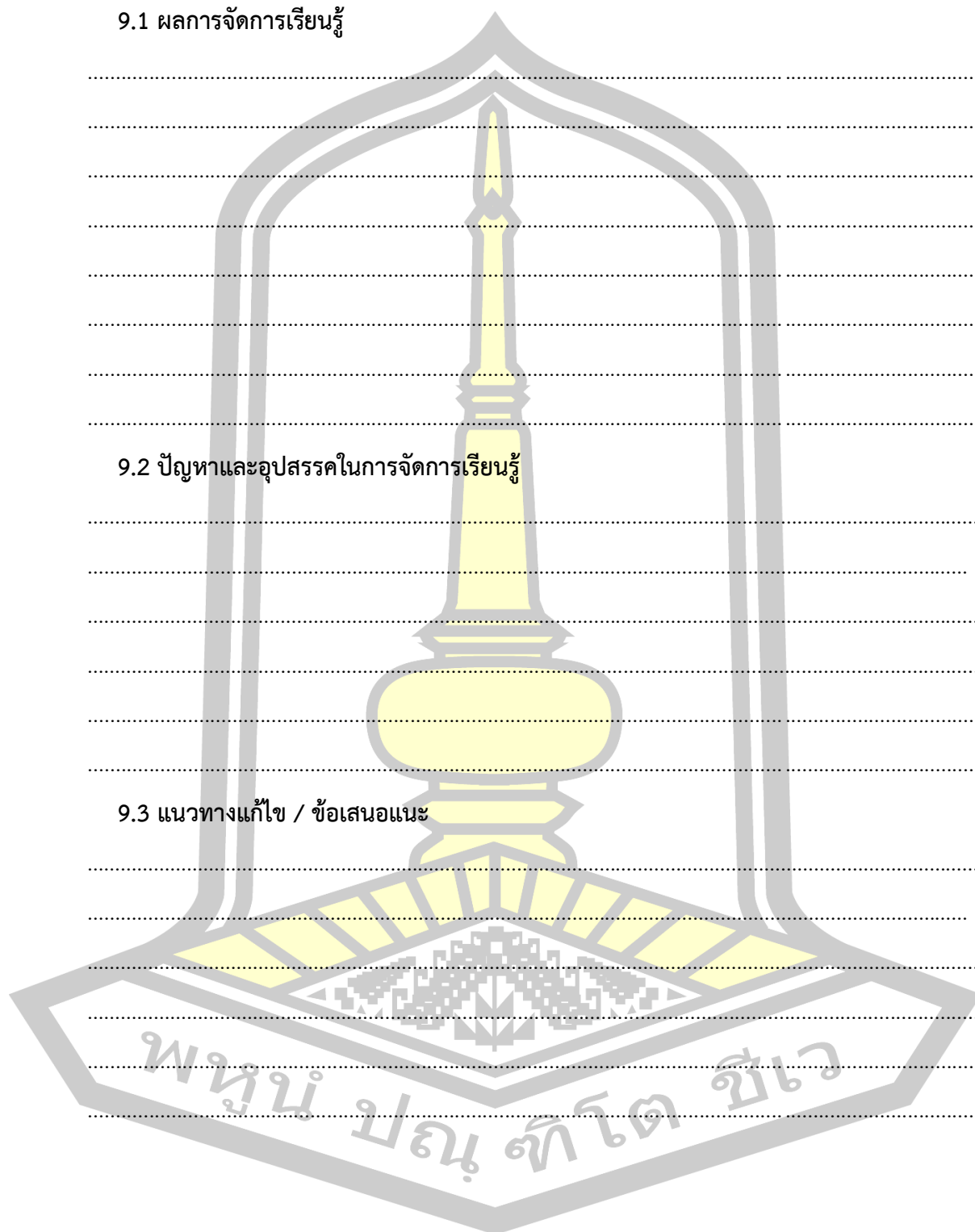


9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

9.2 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

9.3 แนวทางแก้ไข / ข้อเสนอแนะ



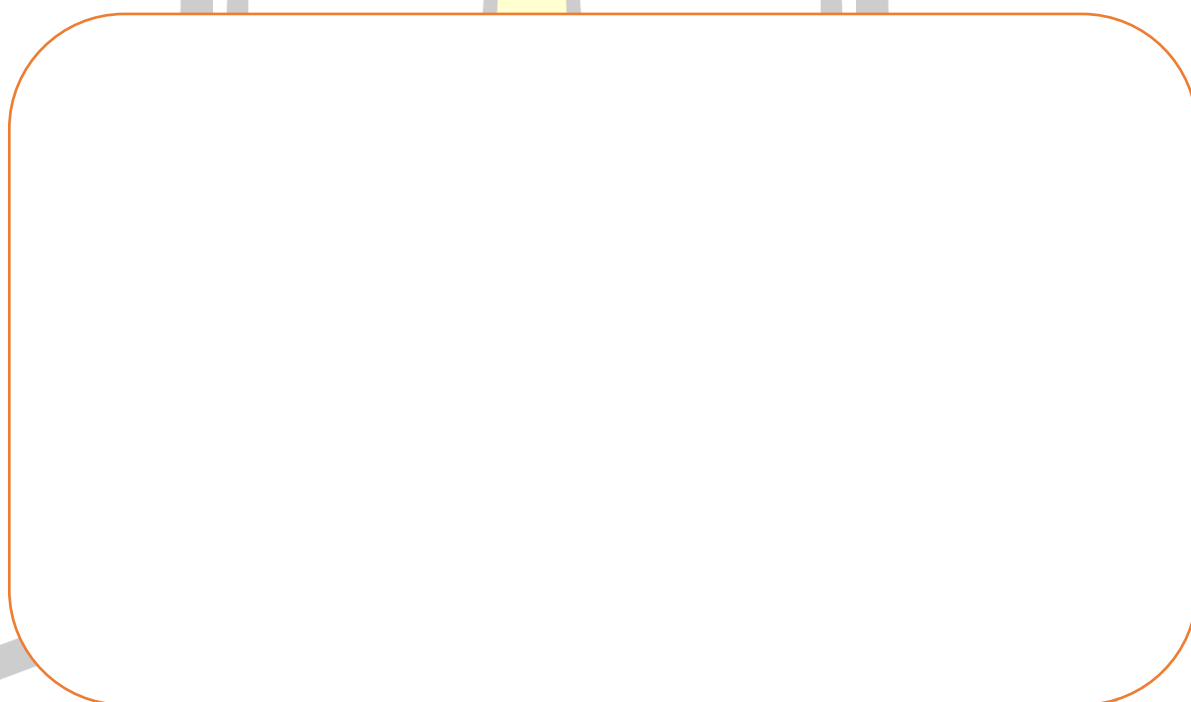
ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน และตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นคุณสมบัติของพลาสติกที่ใช้เป็นเวกเตอร์

2. เอนไซม์ตัดจำเพาะได้มาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด

- 3 ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนภาพ การโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย



4. ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณ DNA โดยอาศัย DNA พหุหรือเวกเตอร์

ପ୍ରଶ୍ନ ୧୩

(เฉลย)ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นคุณสมบัติของพลาสมิดที่ใช้เป็นเวกเตอร์

.....1. มีจุดเริ่มต้นของการจำลองดีเอ็นเอเพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนได้ด้วยตัวเอง.....

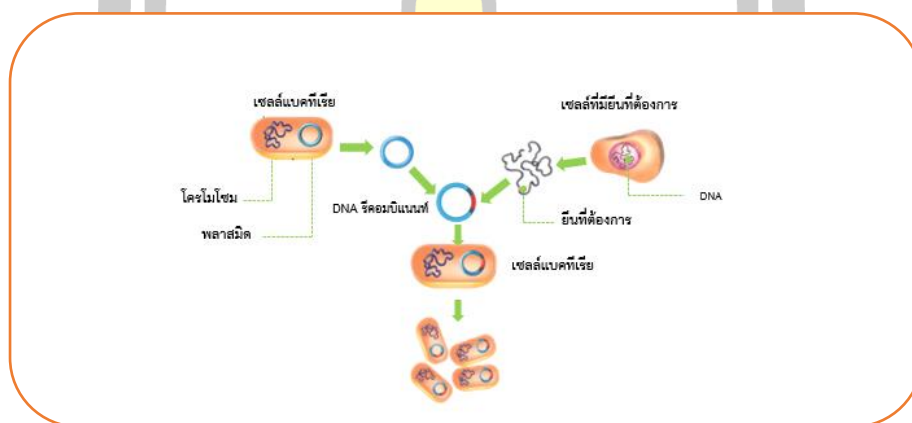
.....2. มียีนสำหรับคัดเลือกในเซลล์เจ้าบ้าน เช่น ยีนต้านทานยาปฏิชีวนะ.....

.....3. มีบริเวณที่เป็นตำแหน่งของการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะหลายชนิดสำหรับแทรกดีเอ็นเอหรือยีนที่ต้องการ...

2. เอนไซม์ตัดจำเพาะได้มาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด

.....แบคทีเรีย.....

3. ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนภาพการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย



4. ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณ DNA โดยอาศัย DNA พหุหรือเวกเตอร์

.....1. แยกดีเอ็นเอบริสุทธิ์จากเซลล์ แล้วตัดชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มียีนที่ต้องการ

.....2. แยกพลาสมิดของแบคทีเรีย ซึ่งเป็นโมเลกุลดีเอ็นเอขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นเวกเตอร์

.....3. นำชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มียีนที่ต้องการมาเชื่อมต่อกับพลาสมิด ได้เป็น ดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

.....4. นำดีเอ็นเอสายผสมใส่กลับเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียเพื่อให้แสดงคุณสมบัติที่ต้องการ...

.....5. นำแบคทีเรียไปเพิ่มจำนวนเพื่อให้มีจำนวนยีนเพิ่มมากขึ้น.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวสราลี ลิขณวรคุณ

โรงเรียนวาปีปทุม

1. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. สาระสำคัญ

การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ เป็นการตัดต่อ DNA จากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งแล้วนำไปเชื่อมต่อกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิด โดยอาศัยคุณสมบัติของเอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ที่มีคุณสมบัติในการตัดโมเลกุลของ DNA ที่มีตำแหน่งจำเพาะ และเอนไซม์ DNA ไลเกส (DNA ligase enzyme) ที่ช่วยในการเชื่อมต่อสาย DNA ที่ถูกตัด ทำให้ DNA 2 สายเชื่อมต่อกัน กลายเป็น DNA รีคอมบิแนนท์ที่สมบูรณ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้ (K)
2. นักเรียนมีทักษะการได้แก่งอย่างมีเหตุผล (P)
3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในการศึกษา (A)

4. สาระการเรียนรู้

การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา

1.1 ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ เรื่อง มะละกอแช่ดำด้านโรคจุดวงแหวน จากชั่วโมงที่แล้ว ที่เกี่ยวกับ กรมวิชาการเกษตรจึงได้วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยนำยีนจากไวรัสมาใส่ในมะละกอเพื่อให้มะละกอต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน ทดลอง ณ สถานีทดลองพืชสวน ขอนแก่น แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่ได้รับการยอมรับให้ปลูกในประเทศไทย ซึ่งจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ต่อมาในปี พ.ศ. 2556 สภายุโรปตรวจพบมะละกอจีเอ็มโอในบริเวณอื่นนอกสถานีทดลองมากกว่า 20 ครั้ง ทำให้สหภาพยุโรปห้ามนำมะละกอออกประเทศไทยเข้าสหภาพยุโรป กรีนพีซเรียกร้องให้รัฐบาลไทยหยุดการทดลอง นับแต่บัดนี้ รัฐบาลต้องกำหนดข้อห้ามการทดลอง GMO ในไร่

นาเปิดทั้งหมดรวมทั้งต้องเข้มงวดกับพื้นที่ และสถานที่ทดลองเกิดความกังวลที่จะเกิดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมและความกังวลด้านต่างๆ ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นเข้าสู่บทเรียน

1. เอนไซม์ตัดจำเพาะและเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเอสถูกใช้ในการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คนทำกิจกรรมที่ 2 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ เพื่อให้เข้าใจหลักการและขั้นตอนการโคลนนิ่งโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียมากขึ้น โดยมีจุดประสงค์

1. อธิบายหลักการตัด DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. อธิบายความแตกต่างของเซลล์แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ และเตรียมอุปกรณ์ดังนี้วัสดุและอุปกรณ์

1. กระจกสีเหลืองและสีฟ้า (หรือกระจกที่มีสีต่างกัน)
2. ปากกา
3. เทปใสติดกระจก
4. กรรไกร
5. ถุงทึบ
6. ถาดกระจก

เมื่อสุมหีบกระจก 1 ชิ้น แล้วนำไปวางลงในถาดกระจกที่สมมติให้เป็นเซลล์แบคทีเรียทำจนครบ 5 ครั้ง เมื่อพิจารณาพลาสมิดและชิ้น DNA ที่สุมหีบมาวางในถาดกระจกจะได้เป็น 3 กรณีคือ กระจกชิ้นสีฟ้าต่อกับสีเหลืองเป็นวง กระจกชิ้นสีฟ้า 2 ชิ้นต่อเป็นวง และกระจกสีเหลืองต่อเป็นวง อย่างไรก็ตามบางกลุ่มอาจจะสุมหีบได้ไม่ครบทั้ง 3 กรณี

2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทำกิจกรรม และอภิปรายและสรุปผลลงในใบกิจกรรมที่ 2 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามหลังกิจกรรม โดยมีคำถามดังนี้

1. เอนไซม์ตัดจำเพาะได้มาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด

2. เอนไซม์ตัดจำเพาะมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA อย่างไร และเอนไซม์แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3. ตำแหน่งการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ทำให้เกิดปลายทู่และปลายเหนียวแตกต่างกันอย่างไร

4. เอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันสามารถตัดสาย DNA ได้ทั้งปลายเหนียวและปลายทู่หรือไม่

2.4 ครูขยายความรู้ให้กับนักเรียนว่าเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันจะตัดสาย DNA ที่จุดตัดจำเพาะที่มีลำดับเบสที่เป็นบริเวณจดจำเดียวกัน จึงสามารถใช้ตัดสาย DNA จากสิ่งมีชีวิตทั้งจุลินทรีย์พืช สัตว์หรือ DNA ที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น

2.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามในหนังสือเรียนมีแนวการตอบคำถามดังนี้ ลงในใบกิจกรรม 2

1. บริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีจำนวนเบสเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดอาจมีจำนวนลำดับเบสที่เป็นบริเวณจดจำเท่ากัน เช่น EcoRI และ PstI หรือไม่เท่ากันก็ได้เช่น EcoRI และ HaeIII)

2. การเรียงลำดับเบสของ DNA แต่ละสายในบริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะมีลักษณะร่วมกันอย่างไร

(แนวคำตอบ การเรียงลำดับเบสในแต่ละสายจากปลาย 5' ไปปลาย 3' พบว่าจะเหมือนกันทั้งสองสาย เช่น

5'... GAATTC ...3'

3'... CTTAAG ...5')

2.6 ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการเชื่อมสาย DNA ด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกสจากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ลงในใบกิจกรรม 2

1. เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดสาย DNA ที่มียื่นที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิต และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ตัดพลาสมิดควรเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

2. ปลาย DNA ที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจ

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาประเด็นปัญหาทางสังคม โดย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พิจารณาจากการทำดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์เพื่อผลิตเป็นพืชตัดแปรทางพันธุกรรม ซึ่งผลกระทบ

ของการทำพีชตัดแปรพันธุกรรมกรีนพีชมีมาตรการสั่งหยุดการทดลองมะละกอ GMO นี้เนื่องจากการแพร่กระจายไปยังภายนอกสถานีวิจัยทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ นักเรียนคิดว่าจากข้อความข้างต้นมะละกอ GMO ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านใดบ้าง อย่างไร ให้เขียนผลกระทบอย่างน้อย 4 ด้าน และเขียนลงในกระดาษ a4 ที่ครูแจกให้ในแต่ละกลุ่ม

ผลกระทบ	ข้อดี	ข้อเสีย
(ผลกระทบด้านเกษตรกรรม)		
(ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม)		

ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับฉลาก เพื่อสุ่มเลือกเป็นเพื่อแสดงบทบาทสมมติ โดยมีบทบาทดังนี้

บทบาท	หน้าที่
เกษตรกรที่สนับสนุนการเลือกใช้มะละกอ GMO	แสดงเหตุผลการสนับสนุนการเลือกใช้มะละกอ GMO เพื่อให้ลูกค้าเลือกซื้อมะละกอของร้านตนเอง
เกษตรกรที่ต่อต้านการเลือกใช้มะละกอ GMO	แสดงเหตุผลการต่อต้านการเลือกใช้มะละกอ GMO เพื่อให้ลูกค้าเลือกซื้อมะละกอของร้านตนเอง
ลูกค้า	พิจารณาและนักเรียนจะตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า

4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้เป็นกรอบแนวคิด/ผังมโนทัศน์ ในเรื่องที่กลุ่มของตนเองได้รับมอบหมายเพื่อเตรียมในการนำเสนอขายมะละกอให้เพื่อน

4.3 ให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ในฝ่ายเสนอ และฝ่ายค้านออกมาโต้ว่าที่ โดยกำหนดให้ทุกคนได้มีส่วนในการขายมะละกอของกลุ่มตนเอง คนละ 0.5-1 นาที และให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ จดบันทึกลงในสมุด และส่งสมุดท้ายคาบเรียน

4.4 ให้นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นลูกค้าตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าของเกษตรกรทั้งสองฝ่ายเสนอมา และโหวตว่าจะเลือกซื้อร้านใด

ขั้นที่ 5 กิจกรรมสะท้อนคิด

5.1 ให้นักเรียน พิจารณาและตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในใบกิจกรรม หากนักเรียนเป็นเกษตรกรที่ทำได้มะละกอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO และทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอจีเอ็มโอต่อสังคมแต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่เพราะเหตุใด (ให้ใช้เหตุผลและผลกระทบประกอบการตัดสินใจ)

6. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1.นักเรียนสามารถอธิบายหลักการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้	การทำใบกิจกรรมที่ 2	ใบกิจกรรมที่ 2	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับ 2
2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	การทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับปานกลาง
3.นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในการศึกษา	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับ 2

7. สื่อการเรียนรู้

7.1 แบบฝึกหัด

7.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4

7.3 ใบกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ใบกิจกรรมที่ 2 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คนทำกิจกรรมที่ 2 การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการตัด DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
2. อธิบายความแตกต่างของเซลล์แบคทีเรียที่ได้รับและไม่ได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
- 2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ และเตรียมอุปกรณ์ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษสีเหลืองและสีฟ้า (หรือกระดาษที่มีสีต่างกัน)
2. ปากกา
3. เทปใสติดกระดาษ
4. กรรไกร
5. ถุงทิบ
6. ถาดกระดาษ

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ภาพ	การเจริญเติบโต	การสร้างสาร

อภิปรายและสรุปผล

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้านำเซลล์แบคทีเรียจำนวน 5 เซลล์ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลิน จะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่เจริญได้
2. เพราะเหตุใดแบคทีเรียบางเซลล์จึงไม่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะ
3. เซลล์ที่เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะนั้นจะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถสร้างสารที่ต้องการได้เพราะเหตุใด

4. เอนไซม์ตัดจำเพาะได้มาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด

.....

5. เอนไซม์ตัดจำเพาะมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA อย่างไร และเอนไซม์แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ตำแหน่งการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะทำให้เกิดปลายทู่และปลายเหนียวแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

7. เอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันสามารถตัดสาย DNA ได้ทั้งปลายเหนียวและปลายทู่หรือไม่

.....

8.- บริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีจำนวนเบสเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

9- เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดสาย DNA ที่มีอินที่ดองการจากสิ่งมีชีวิต และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ตัดพลาสมิดควรเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

10- ปลาย DNA ที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างไร

.....

.....

- (เฉลย)คำถามท้ายกิจกรรม 1. ถ้านำเซลล์แบคทีเรียจำนวน 5 เซลล์ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลิน จะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่เจริญได้มีจำนวนเท่าใด
-จำนวนเซลล์ที่เจริญได้ขึ้นกับการทำ กิจกรรมว่าแบคทีเรียได้รับพลาสมิดทั้งที่ไม่มีอินแทรก (กระดาสีเหลืองต่อเป็นวง) และมีอินแทรก (กระดาสีฟ้ากับสีเหลืองต่อเป็นวง).....
2. เพราะเหตุใดแบคทีเรียบางเซลล์จึงไม่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะ
-เพราะไม่ได้รับพลาสมิดที่มียีนต้านยาปฏิชีวนะ.....
3. เซลล์ที่เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ยาปฏิชีวนะแอมพิซิลลินนั้นจะมีเซลล์จำนวนเท่าใดที่สามารถสร้างสารที่ต้องการได้เพราะเหตุใด
-จำนวนเซลล์ที่เจริญได้ขึ้นกับการทำกิจกรรมว่า มีแบคทีเรียได้รับดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ (กระดาสีฟ้ากับสีเหลืองมาต่อกันเป็นวง) จำนวนเท่าใด และเซลล์สร้างสารที่ต้องการได้เพราะเซลล์เหล่านั้นได้รับพลาสมิดที่มียีนที่ต้องการแทรกอยู่.....
4. เอนไซม์ตัดจำเพาะได้มาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด.....แบคทีเรีย.....
5. เอนไซม์ตัดจำเพาะมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA อย่างไร และเอนไซม์แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ...เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดจะมีลำดับเบสที่เป็นบริเวณจดจำ และจุดตัดจำเพาะที่แตกต่างกัน เมื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะตัดสาย DNA สายคู่ จะทำให้เกิดปลายสายที่แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเอนไซม์
6. ตำแหน่งการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ทำให้เกิดปลายทู่และปลายเหนียวแตกต่างกันอย่างไร
- ถ้าตัดสาย DNA แล้วทำให้เกิดปลายสายเดี่ยวที่มีนิวคลีโอไทด์ยื่นออกมา เรียกว่า ปลายเหนียว ถ้าเอนไซม์ตัดจำเพาะมีจุดตัดอยู่ตรงกันทั้งสองสายของ DNA จะทำให้เกิดปลายทู่
7. เอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันสามารถตัดสายDNAได้ทั้งปลายเหนียวและปลายทู่หรือไม่
- ...ไม่ เอนไซม์ตัดจำเพาะตัดสาย DNA สายคู่ จะทำให้เกิดปลายสายที่แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเอนไซม์.....
8. บริเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีจำนวนเบสเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
-เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดอาจมีจำนวนลำดับเบสที่เป็นบริเวณจดจำ เท่ากันเช่น EcoRI และ PstI หรือไม่เท่ากันก็ได้เช่น EcoRI และ HaeIII.....
- 9- เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดสาย DNA ที่มีอินที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิต และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ตัดพลาสมิดควรเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

.....ถ้าตัดสาย DNA ที่ต้องการโคลนและพลาสมิดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันที่ให้ปลาย

เหนียวจะทำให้มีปลายสายเดี่ยวที่มีเบสคู่สมกันพอดี.....

10- ปลาย DNA ที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างไร

.....เชื่อมต่อกันได้ด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกสที่สามารถเร่งปฏิกิริยาการสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์
ระหว่าง DNA 2 โมเลกุลให้เชื่อมต่อกัน.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวสราวลี ลิขณวรคุณ

โรงเรียนวาปีปทุม

1. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. สาระสำคัญ

เทคนิค PCR เป็นการเพิ่มจำนวน DNA ในหลอดทดลองเพื่อให้ได้โมเลกุลของ DNA ที่เหมือนกันในปริมาณมาก โดยใช้เครื่องเทอร์มอลไซเคิลอร์โดยทั่วไปในการทำ ปฏิกริยา PCR เป็นการเพิ่มจำนวน DNA บางบริเวณไม่ได้ครอบคลุมทั้งสายของ DNA ต้นแบบ ถ้าต้องการเพิ่มจำนวน DNA ที่บริเวณใด ให้เลือกไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสเป็นเบสคู่สมกับดีเอ็นเอแม่แบบที่จุดเริ่มต้นของแต่ละสาย ซึ่งครอบคลุมบริเวณนั้นของสายดีเอ็นเอแม่แบบซึ่งมีลำดับเบสเป็นเบสคู่สมกับไพรเมอร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายยกตัวอย่างอภิปรายและการใช้ประโยชน์ การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR ได้
2. นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
3. นักเรียนยอมรับความเห็นต่างขณะที่ทำการโต้แย้ง

4. สาระการเรียนรู้

การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา

- 1.1 ให้นักเรียนดู วิดีโอสรุปหนังเรื่อง GATTAGA เป็นเรื่องเกี่ยวกับโลกที่วิทยาศาสตร์การแพทย์สมัยใหม่สามารถใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Preimplantational Genetic Diagnosis (PGD) ได้อย่างแม่นยำจนกระทั่งสามารถบอกได้ว่าทารกเกิดใหม่มีแนวโน้มจะเกิดโรคอะไรได้บ้าง ไม่เฉพาะ

ว่าจะเป็นโรคอะไรหรือมีโอกาสเป็นโรคอะไรร้อยละเท่าไร แต่ยังรวมถึงความสามารถด้านการศึกษา แนวโน้มของบุคลิกภาพ การใช้ความรุนแรง ไปจนถึงการใช้ยาเสพติด วินเซนต์ ฟรีแมน ทารกที่ได้ รับคำทำนายไม่สู้ดีในหลาย ๆ ด้านรวมทั้งสายตาสั้น มีโอกาสเป็นโรคหัวใจ ยิ่งไปกว่านั้นยังมีอายุไม่ น่าจะเกิน 30 ปี หลังจากพ่อแม่ทราบข่าววินเซนต์เป็นพวกพันธุ์ด้อย ทั้งคู่จึงมีเด็กอีกคนด้วยการ คัดเลือกพันธุ์กรรมอย่างดี ครูเชื่อมโยงเนื้อหาว่า ถ้าในที่ที่เก็บตัวอย่างดีเอ็นเอมีปริมาณดีเอ็นเอที่น้อย มาก ๆ เราจะต้องมีการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอให้มากพอสำหรับตรวจสอบ โดยมีเทคนิคหนึ่งที่เรียกว่า เทคนิค PCR

ขั้นที่ 2 ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์

2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษารูป 6.4 ในหนังสือเรียนที่แสดงการเข้าคู่กันของ ไพรเมอร์มีลำดับเบสที่เป็นเบสคู่สมกับลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอแม่แบบ และรูป 6.5 การเพิ่มปริมาณ DNA โดยเทคนิค PCR ลงในใบกิจกรรมที่ 26 เรื่อง การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR

เทคนิค PCR คืออะไร

เทคนิค PCR มีขั้นตอนอย่างไร

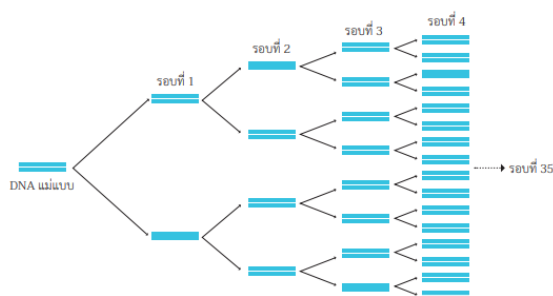
การเพิ่มอุณหภูมิให้สูง ทำให้ DNA สายคู่ แยกออกจากกันได้อย่างไร

การเพิ่มจำนวน DNA ที่ต้องการจำนวนมากโดยเทคนิค PCR นำมาประยุกต์ใช้ ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

2.2 ให้นักเรียนศึกษา ปฏิกริยา PCR จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ประมาณ 25-40 รอบ โดยสาย DNA ที่ เกิดขึ้นแต่ละรอบจะถูกใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ในรอบต่อ ๆ ไปจนสิ้นสุด ปฏิกริยา ดังรูป 6.2

ถ้าทำปฏิกริยา 30 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ในการเพิ่มปริมาณ DNA พันล้าน เท่าขอปริมาณเริ่มต้นไพรเมอร์ที่ใช้ในการทำ PCR เป็นดีเอ็นเอไพรเมอร์ส่วนการจำ ลองดีเอ็นเอใน สิ่งมีชีวิตเป็นอาร์เอ็นเอไพรเมอร์

จาก DNA แม่แบบ 1 โมเลกุล เมื่อผ่านไป 1 รอบ จะได้ 2 โมเลกุล ผ่านไป 2 รอบ ได้ 4 โมเลกุล ผ่านไป 3 รอบ ได้ 8 โมเลกุล ดังนั้นโมเลกุล DNA ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2^n เมื่อ n = จำนวนรอบ



รูป 6.2 การเพิ่มจำนวนสาย DNA ในแต่ละรอบของการทำปฏิกิริยา

2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ตอบคำถามต่อไปนี้ลงในใบกิจกรรมที่ 3 การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR

จำนวนรอบของ PCR และจำนวนโมเลกุล DNA ที่ได้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้าเริ่มต้นปฏิกิริยาจาก DNA 1 โมเลกุล เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยารอบที่ 10 จะได้ DNA กี่โมเลกุล

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจ

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาประเด็นปัญหาทางสังคมอย่างไร โดย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พิจารณาหากในอนาคตเทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงในบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเห็นด้วยกับการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงในบัตรประชาชนหรือไม่ เพราะเหตุใด ให้เขียนผลกระทบอย่างน้อย 4 ด้าน และเขียนลงในกระดาษ a4 ที่ครูแจกให้แต่ละกลุ่ม

ผลกระทบ	ข้อดี	ข้อเสีย
(ผลกระทบด้านเกษตรกรรม)		
(ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม)		

ขั้นที่ 4 ขั้นแสดงบทบาทสมมติ

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสุ่มจับสลากเพื่อเลือกฝ่ายเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงในบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที เพื่อทำการโต้แย้งในหัวดังกล่าว

ฝ่ายเสนอ	ฝ่ายค้าน
เห็นด้วยกับการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงในบัตรประชาชน	ไม่เห็นด้วยกับการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงในบัตรประชาชน

4.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้เป็นกรอบแนวคิด/ผังมโนทัศน์ ในเรื่องที่กลุ่มของตนเองได้รับมอบหมายเพื่อเตรียมในการนำเสนอการโต้แย้งของฝ่ายต่าง ๆ

4.3 ให้นักเรียนกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ในฝ่ายเสนอ และฝ่ายค้านออกมาโต้แย้ง โดยกำหนดให้ทุกคนได้มีส่วนในการโต้แย้ง คนละ 0.5-1 นาที และให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ จดบันทึกลงในสมุด และส่งสมุดท้ายคาบเรียน

ขั้นที่ 5 กิจกรรมสะท้อนคิด

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคน พิจารณา หากในอนาคตเทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงในบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเห็นด้วยกับการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงในบัตรประชาชนหรือไม่ เพราะเหตุใด และบันทึกลงในใบสมุด และส่งสมุดท้ายคาบเรียน จากการฟังการโต้แย้งของกลุ่มเพื่อน

6. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียกับเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอคชันได้ (K)	การทำใบกิจกรรมที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 3	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับ 2
2.นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	การทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับปานกลาง
3.นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในการศึกษา	การสังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน	คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับ 2

7. สื่อการเรียนรู้

7.1 แบบฝึกหัด

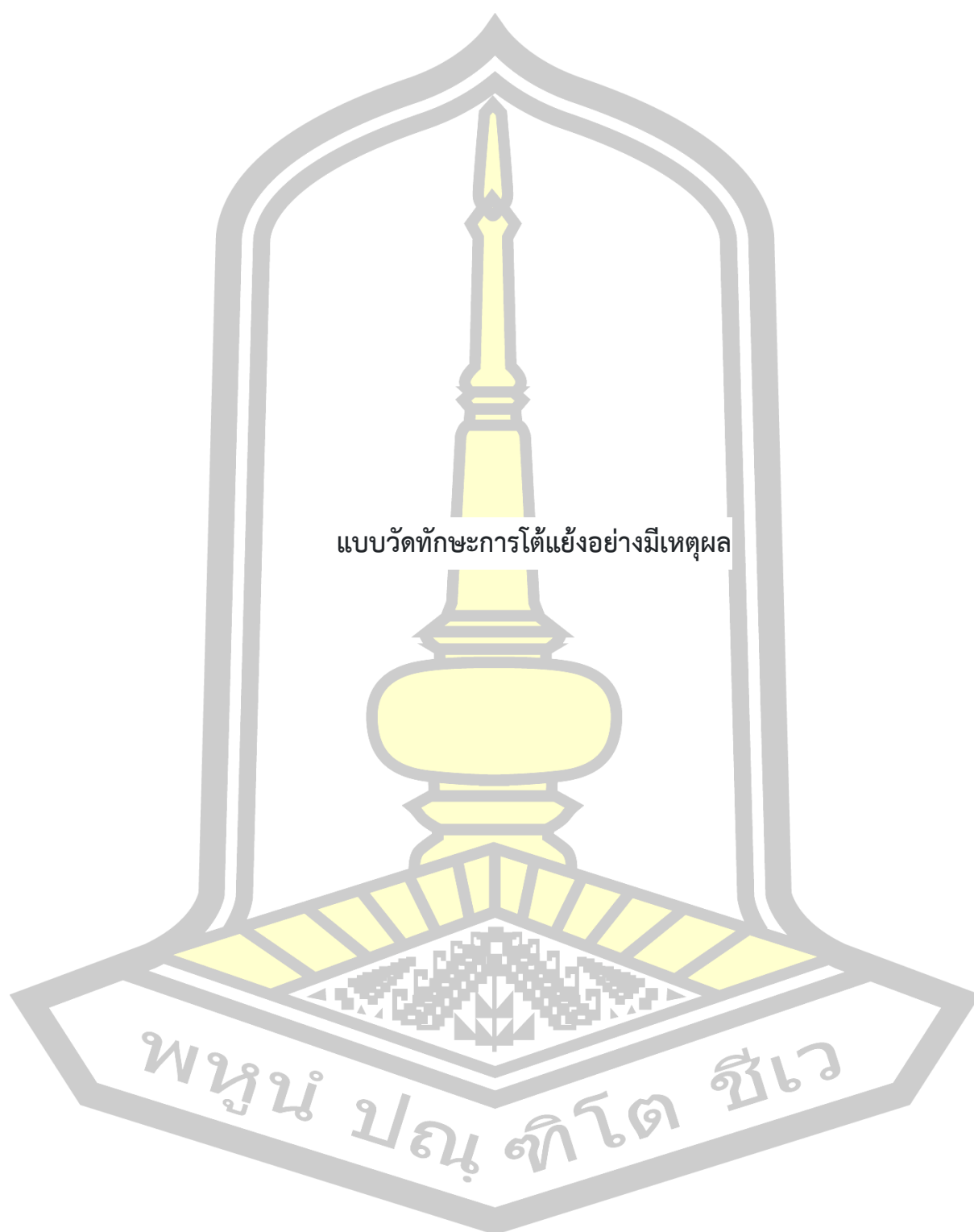
7.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7.3 ใบกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551





แบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ข้อสอบอัตนัย

เวลา 50 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากประเด็นที่กำหนดให้จำนวน 3 เรื่อง

สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง การอุ้มบุญ

Posttoday.com วันที่ 11 ส.ค. 2557

เด็กที่เกิดจากการอุ้มบุญเชิงพาณิชย์ ซึ่งคู่สามีภรรยาชาวออสเตรเลียได้ว่าจ้างให้สาวไทยตั้งครรภ์แทนโดยอาศัยเทคโนโลยีเพื่อการเจริญพันธุ์ทางการแพทย์ ทั้งนี้ กฎระเบียบหรือกฎหมายที่นำมาบังคับใช้ในเรื่องการอุ้มบุญทั่วโลกนั้น ก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เนื่องจากการอุ้มท้องแทนผู้อื่นนั้น ถือว่าผิดกฎหมายไม่สามารถกระทำได้ทุกกรณีในหลายประเทศ เช่น เยอรมนี ฝรั่งเศส สวีเดน สเปน โปรตุเกส บังแกเรีย ซาอุดีอาระเบีย รวมถึงประเทศมุสลิมหลายประเทศ ขณะที่บางชาติอนุญาตให้มีการอุ้มบุญเพื่อการกุศลหรือไม่ใช่การอุ้มบุญในเชิงพาณิชย์ได้ อาทิ บางรัฐในสหรัฐ บางรัฐของออสเตรเลีย แคนาดา (ยกเว้นรัฐควิเบก) เนเธอร์แลนด์ เดนมาร์ก สหราชอาณาจักร และอิสราเอล อย่างไรก็ตาม บางประเทศ ตัวอย่างเช่น ยูเครน รัสเซีย จอร์เจีย และอินเดีย กำหนดให้การอุ้มบุญสามารถทำได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย ส่วนประเทศไทยนั้นเปิดโอกาสให้มีการอุ้มบุญที่ไม่ใช่เพื่อการค้าได้ ทว่าผู้ที่รับตั้งท้องแทนนั้นต้องเป็นญาติที่มีสายเลือดเดียวกับคู่สมรสฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งที่ต้องการมีลูกด้วยเทคโนโลยีเพื่อการเจริญพันธุ์ทางการแพทย์

ธุรกิจนี้ก็ยังได้รับความสนใจจากคู่สมรสที่มีบุตรยากหรือไม่สามารถมีบุตรได้จากทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็น ชาวอเมริกัน ชาวยุโรป ชาวออสเตรเลีย หรือแม้แต่ชาวจีนที่มีฐานะดีที่ต้องการคัดเลือกเพศเด็ก เนื่องจากการประกาศใช้นโยบายลูกคนเดียวที่ผ่านมาของจีนด้วย โดยประเทศจุดหมายปลายทางยอดนิยมที่คู่สมรสนิยมใช้บริการอุ้มบุญ ได้แก่ สหรัฐ อินเดีย ไทย ยูเครน และรัสเซีย ทว่าลูกค้าในธุรกิจนี้ส่วนใหญ่มักจะใช้บริการอุ้มบุญในประเทศไทยและอินเดีย ด้วยเหตุผลเรื่องค่าใช้จ่ายที่มีราคาประหยัดกว่า

ขณะนี้ประเทศอินเดียถือเป็นแหล่งจ้างการอุ้มบุญเชิงพาณิชย์ที่มีขนาดใหญ่มากที่สุด จากรายงานของเว็บไซต์ข่าว เอ็นวายเดลีนิวส์ ดอทคอมเปิดเผยว่า หญิงสาวชาวอินเดียกว่า 50 ราย ในเมืองเล็กๆ แห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ทางอินเดียตะวันตก “ให้เช่าครรภ์” ด้วยเทคโนโลยีเพื่อการเจริญพันธุ์ทางการแพทย์จากผู้ว่าจ้างที่มาจากสหรัฐ อังกฤษ ไต้หวัน และอื่นๆ เพื่อแลกกับค่าตอบแทนจำนวนมหาศาล

อย่างไรก็ตาม งานในรูปแบบดังกล่าวก็มีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพที่ตามมา รวมถึงอาจเกิดผลกระทบทางด้านจิตใจจากความผูกพันและการพลัดพรากจากเด็กที่อยู่ในครรภ์ จนอาจจะเป็นปัญหาโดยเฉพาะด้านกฎหมายตามมาเหมือนที่เคยเกิดขึ้นในหลายประเทศ หลายกรณีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าว ส่งผลให้การอุ้มบุญกลายมาเป็นธุรกิจสีเทาที่ ซึ่งสร้างรายได้มหาศาลแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นการขายไข่ของหญิงสาวในตลาดมืด การทำลายตัวอ่อนหรือเอมบริโอของมนุษย์จำนวนมากในกระบวนการคัดเลือกเพศเด็ก แม้กระทั่งการค้ามนุษย์เพื่อนำ

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง มะละกอแชกดำด้านโรคจุดวงแหวน

มะละกอเป็นพืชปลูกง่ายเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเร็วสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย แต่ปัญหาการระบาดของโรคจุดวงแหวนที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 เป็นต้นมา ส่งผลให้เกษตรกรในภาคอีสานปลูกมะละกอได้ผลผลิตไม่เพียงพอสำหรับการบริโภค ขณะเดียวกันการระบาดของโรคจุดวงแหวนได้ลุกลามไปยังพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศโดยในปี พ.ศ. 2528 ระบาดรุนแรงในพื้นที่ปลูกมะละกอเพื่อการค้าในภาคกลาง เช่น ราชบุรี นครปฐม

สาเหตุโรคจุดวงแหวนเกิดจากเชื้อไวรัส Papaya ringspot virus (PRVS) ทำให้มะละกามีอาการใบด่าง จุดวงแหวนที่ผล และหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตลดลงจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ และแพร่ระบาดโดยมีเพลี้ยอ่อนหลายชนิดเป็นพาหะนำโรค แต่ไม่ติดกับเมล็ดพันธุ์มะละกอที่เป็นที่นิยม ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์แขกนวลและแชกดำล้วนเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโลกทั้งสิ้น

กรมวิชาการเกษตรจึงได้วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์มะละกอต้านต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยนำยีนจากไวรัสมาใส่ในมะละกอเพื่อให้มะละกอต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน ทดลอง ณ สถานีทดลองพืชสวน ขอนแก่น และสำเร็จในปี พ.ศ. 2545 แขกนวลและแชกดำ GMO แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่ได้รับการยอมรับให้ปลูกในประเทศไทย ซึ่งจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสุขภาพและอื่นๆซึ่งทำการปลูกเพื่อการวิจัยสถานีทดลองเท่านั้น

ต่อมาในปี พ.ศ. 2556 สหภาพยุโรปตรวจพบมะละกอจีเอ็มโอในบริเวณอื่นนอกสถานีทดลองมากกว่า 20 ครั้ง ทำให้สหภาพยุโรปห้ามนำมะละกอออกประเทศไทยเข้าสหภาพยุโรป จึงเป็นสาเหตุทำให้ต่างประเทศลดการสั่งซื้อจากไทยและโรงงานลดการสั่งซื้อมะละกอเข้าโรงงาน ต่อมากกรีนพีซพบการปนเปื้อน GMO ในเมล็ดพันธุ์จากสถานีวิจัยพืชสวนขอนแก่น ทำให้สถานีต้องหยุดขายเมล็ดและต้นอ่อนมะละกอ ทั้งยังต้องทำลายเมล็ด ต้นมะละกอ และผลมะละกอทุกต้นในสถานีวิจัยพืชสวน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน และกรีนพีซเรียกร้องให้รัฐบาลไทยหยุดการทดลอง นับแต่บัดนี้ รัฐบาลต้องกำหนดข้อห้ามการทดลอง GMO ในไร่นาเปิดทั้งหมดรวมทั้งต้องเข้มงวดกับพื้นที่ และสถานีทดลองเกิดความกังวลที่จะเกิดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมและความกังวลด้านต่างๆ

จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์ข้างต้น

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร



.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1



.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง



.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง ตรวจดีเอ็นเอ ประชาชนที่ตกหล่นตามทะเบียนราษฎร

พ.ต.อ.ทรงศักดิ์ รักศักดิ์สกุล ผู้อำนวยการสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ เผยว่า เมื่อวันที่ 17 ก.พ.ที่ผ่านมา 3 ภาคีเครือข่าย นำพาประชาชนไร้สิทธิจาก 3 ครอบครัว รวม 10 ชีวิต ผู้กำลังประสบปัญหาไม่มีฐานะทางทะเบียนราษฎร และไม่ได้ได้รับความเท่าเทียมในสังคม เข้ารับการตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรมกับสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ โดยมี นายแพทย์ศราวุธ สุจริตธรรม ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนิติเวช เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ ซึ่งผลการตรวจพิสูจน์สามารถใช้เป็นหลักฐานยืนยันสถานะทางทะเบียนราษฎร จากผู้ด้อยโอกาสเข้าไม่ถึงบริการของรัฐ จะกลายเป็นประชาชนคนไทยเต็มขั้น ได้รับสิทธิการให้บริการด้านสุขภาพต่อไป

“ทั้งนี้ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ให้บริการตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA) แก่ราษฎรไร้สถานะและประสบปัญหาสถานะทางทะเบียนราษฎรมาตั้งแต่ปี 2548 นอกจากเพื่อกระบวนการยุติธรรมแล้ว ยังใช้คุ้มครองสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางสังคมได้อีกด้วย เพราะหลาย ๆ ครั้ง การใช้พยานบุคคลเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยืนยันความเป็นพ่อ แม่ ลูกและความเป็นพี่น้องกันได้ เพราะยังมีข้อสงสัย แต่ผลการตรวจพิสูจน์ทาง DNA สามารถนำไปเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความเป็นพ่อ แม่ พี่ น้องได้ รวมถึงใช้เป็นหลักฐานพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลที่เชื่อถือได้”

พ.ต.อ.ทรงศักดิ์ เผยอีกว่า จากผลการดำเนินงานมาจนถึงปัจจุบันรวม 12,420 ราย ที่ทางสถาบันฯ ได้ส่งต่อให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ยืนยันสถานะทางทะเบียนราษฎรแล้วนั้น แสดงถึงความพร้อมรอบด้าน ทั้งบุคลากร ห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล และการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2558 กรมการปกครอง พบปัญหาไม่สามารถออกบัตรประชาชนให้แก่ราษฎรในพื้นที่ได้ ต้องใช้ผลตรวจ DNA ขณะที่ราษฎรไม่มีเงินจ่ายค่าตรวจ DNA เพราะเป็นผู้ยากไร้ ปัญหาดังกล่าวนำมาสู่การบันทึกความร่วมมือเพื่อการเข้าถึงสิทธิหลักประกันสุขภาพของคนไทยที่มีปัญหาทางทะเบียนราษฎร ตั้งแต่ 8 ก.ค. 63 เป็นต้นมา

จากนั้น สถาบันฯ จะส่งผลการตรวจให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ยืนยันสถานะทางทะเบียนราษฎรและออกบัตรประชาชนต่อไป นอกจากนี้ ยังมีแผนลงพื้นที่จัดเก็บสารพันธุกรรมบุคคลร่วมกับหน่วยงานภาคีเครือข่ายในภูมิภาคต่างๆ ได้แก่ พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ ปัตตานี

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ข้างต้น เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

.....

.....

.....

.....

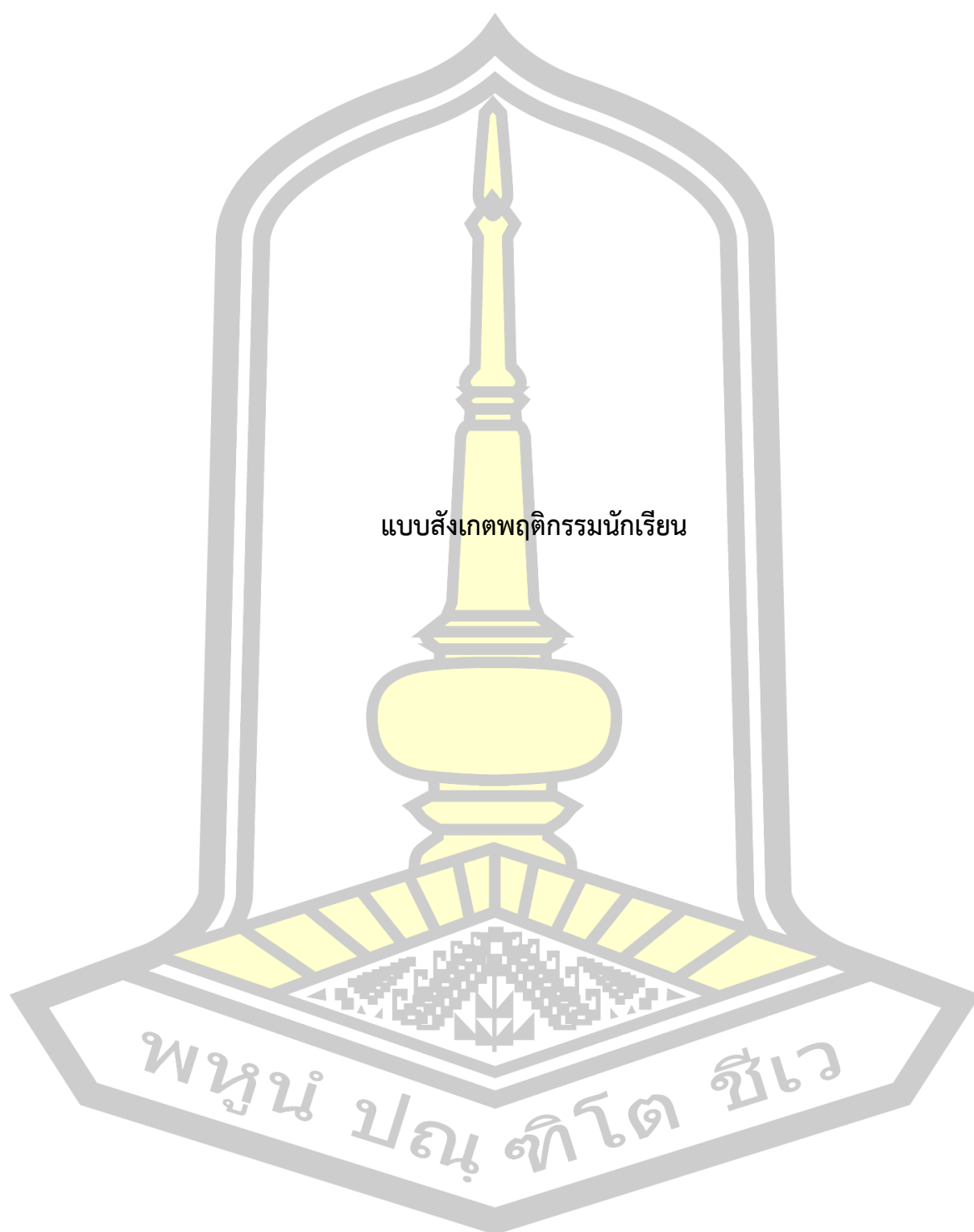
5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....



แบบสังเกตระหว่างการใช้โต้แย้งอย่างมีเหตุผล

แผนการสอนที่ หน่วยการเรียนรู้ เวลา ชั่วโมง
วันที่สังเกต วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง : แบบสังเกตนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน

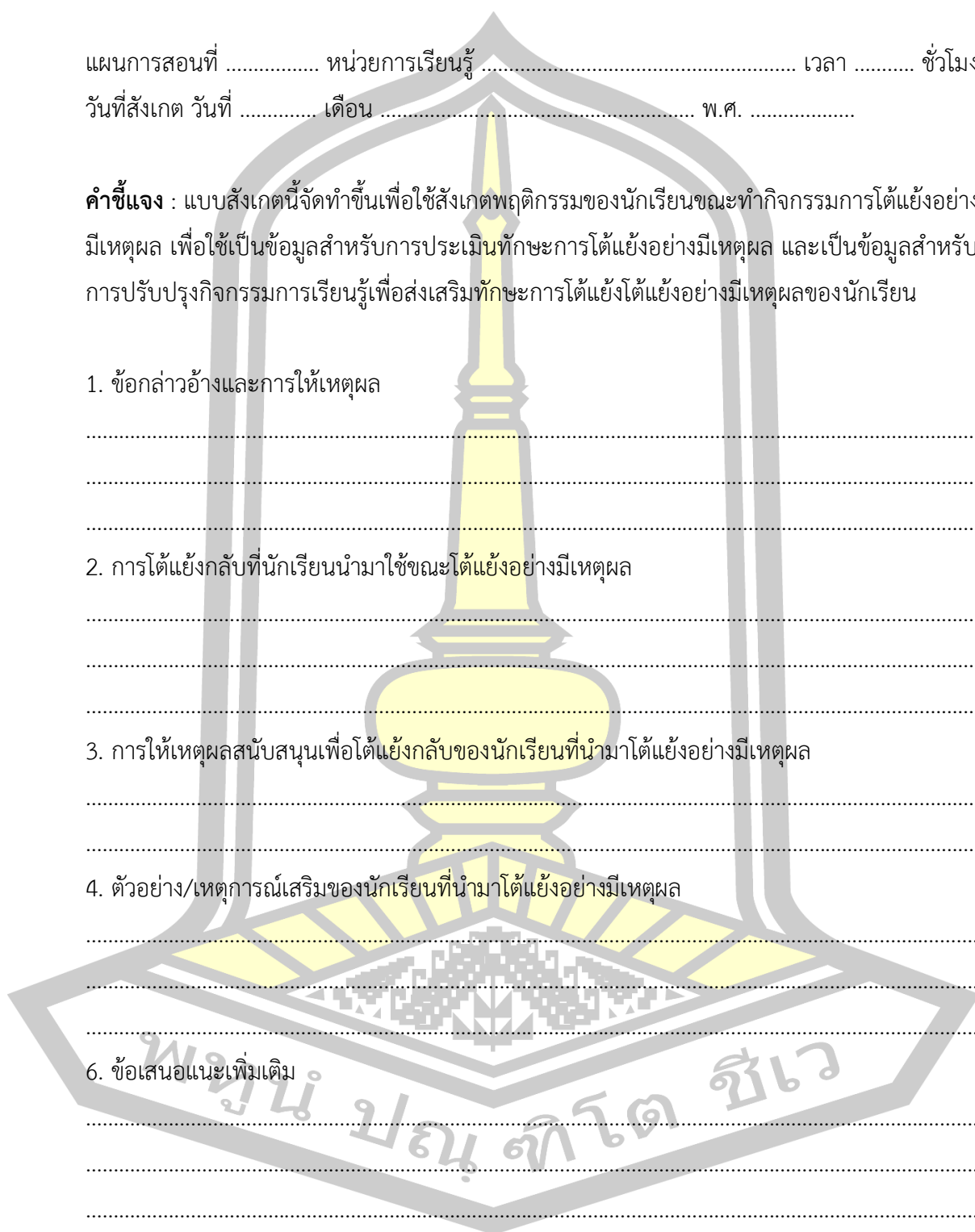
1. ข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล

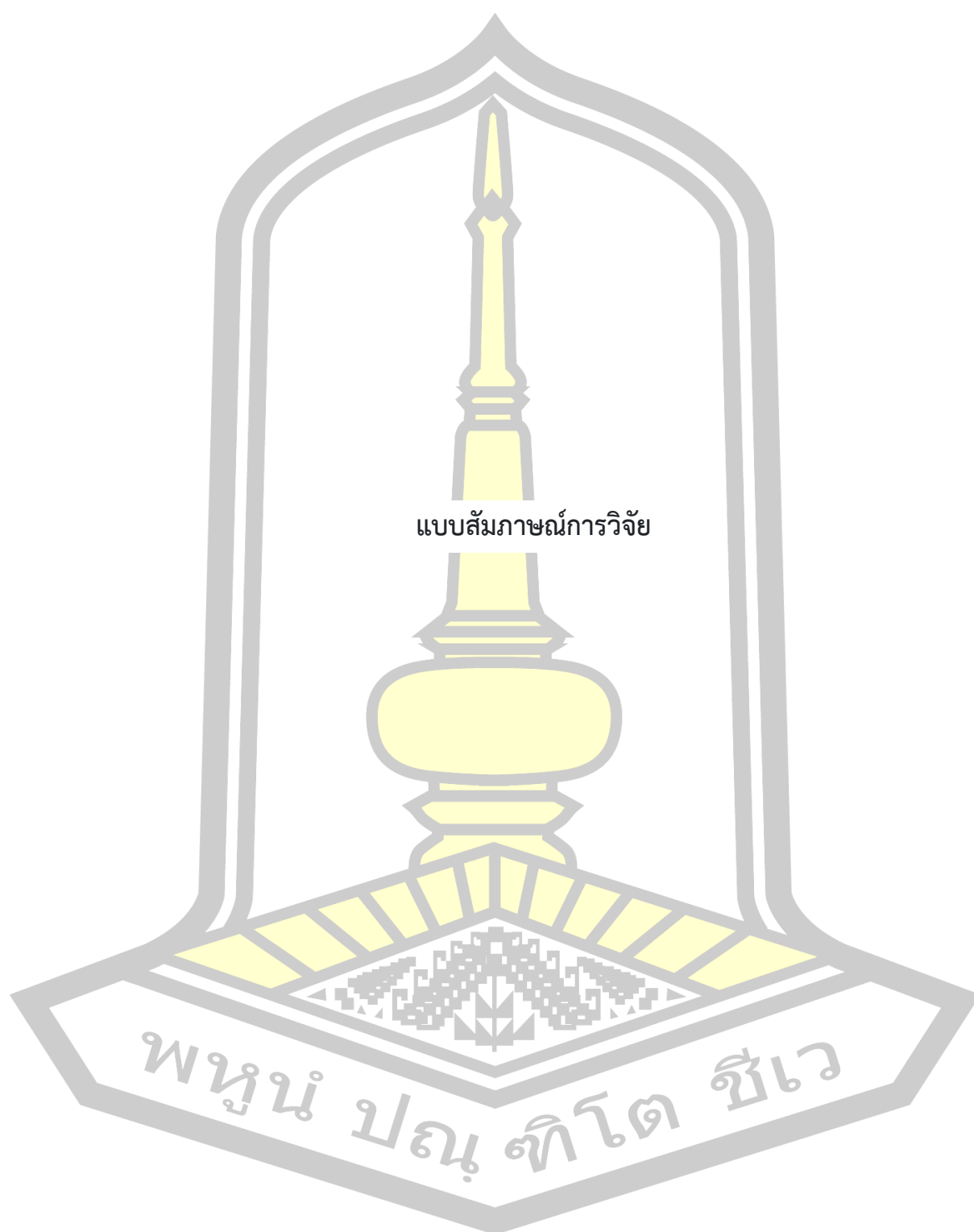
2. การโต้แย้งกลับที่นักเรียนนำมาใช้ขณะโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

3. การให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับของนักเรียนที่นำมาโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

4. ตัวอย่าง/เหตุการณ์เสริมของนักเรียนที่นำมาโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม





แบบสัมภาษณ์

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลการสัมภาษณ์ไปสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. วิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

- ในการเรียนแต่ละคาบ นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น

- นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียน

- จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น นักเรียนวิธีการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลได้อย่างไร

- นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง

3. นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

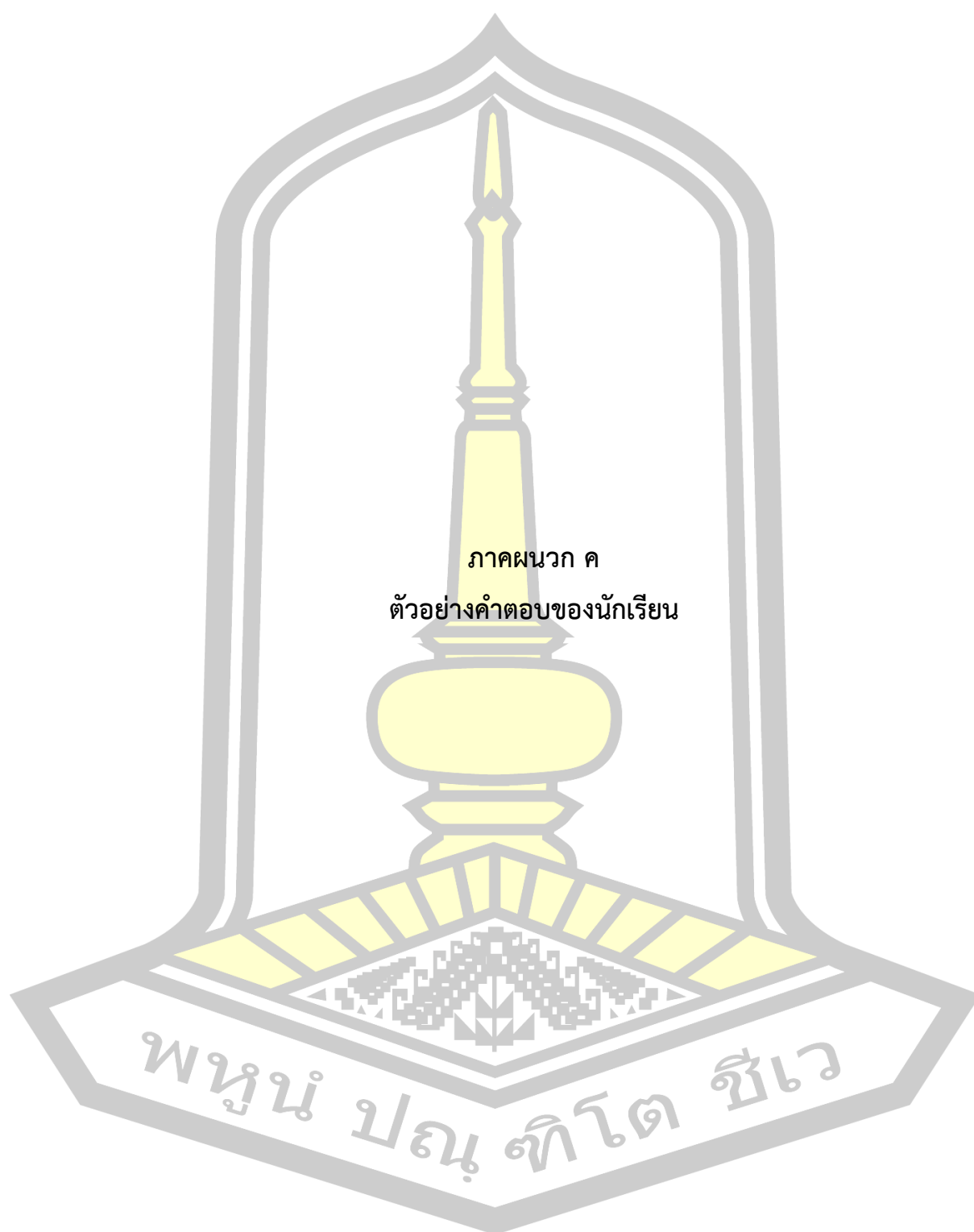
- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์ต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่ อย่างไร

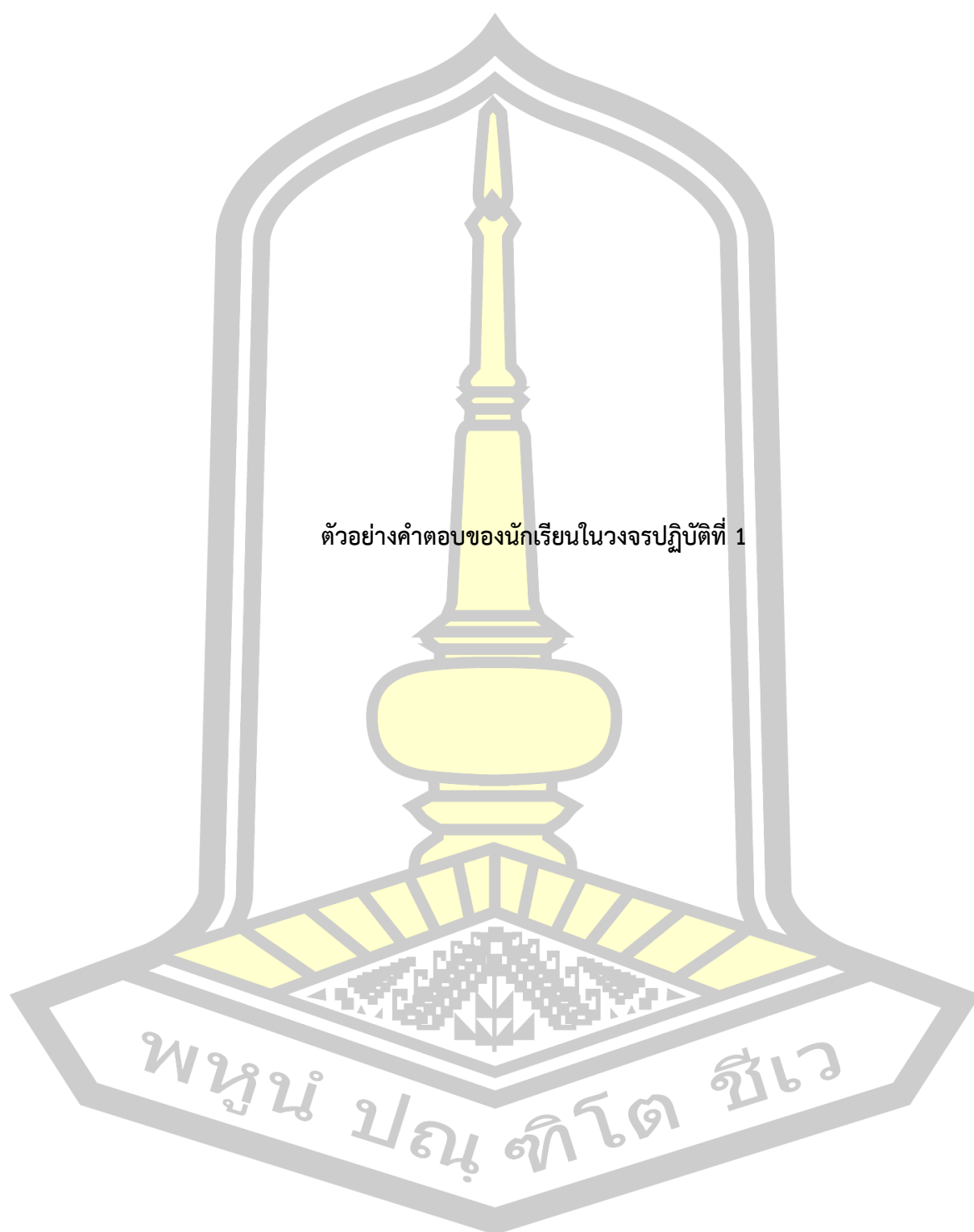
- นักเรียนสามารถหาเหตุผล หลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิด ของตนได้หรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนสามารถแสดงออกเพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย หรือรับรู้เหตุผลของตนได้หรือไม่ อย่างไร

- การที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เป็นอุปสรรคต่อการเรียน ของนักเรียนหรือไม่อย่างไร

- การที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในการเรียนง่ายขึ้นหรือไม่ อย่างไร





จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง มะละกอแช่ด่างโรคลำต้นเหี่ยว

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด
ไม่เห็นด้วยเพราะ มีกรรมเป็นต้นให้สิ่งแวดล้อม มีผลกระทบต่อคุณภาพ

2

0

2. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

เหตุผลคือ การตัดต่อพันธุกรรมของมะละกอให้ต้านทานโรคได้ ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่เพียงพอสำหรับบริโภค

2

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อนำมาให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

การที่มะละกอ GMO เพื่อให้ต้านทานโรคด้วยวิธีนี้ ส่งผลดีต่อเกษตรกร มีผลผลิตที่ดี แต่การที่ GMO ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ และผลดีที่เราไม่เห็น หรือ GMO

1

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 อย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

เช่น การใช้ยีนจากสัตว์ หรือพืช มาเพิ่มคุณสมบัติให้พืชให้ดัดแปลง ทำให้พืชกลุ่มหนึ่งเกิดอาการแพ้ หรือ การทดลองให้หมูกินมันฝรั่งที่ใส่สารเคมีพิษ ทำให้หมูมีตุ่มคันคันหลุดลง ส่วนอีกตัวได้หมูมีลักษณะงาม

1

ภาพ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
เรื่อง มะละกอแช่ด่างโรคลำต้นเหี่ยว วงรอบปฏิบัติที่ 1 คะแนนที่ได้เท่ากับ 6 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 4 เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีใต้ได้โคลนนิ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่า

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด

2 เห็นด้วย การโคลนนิ่งสัตว์มีผลดีมากมาย การโคลนนิ่งสัตว์ที่ตายไปแล้วได้กลับมามีชีวิต ถือว่าเป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าการโคลนนิ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูง แต่ก็เห็นว่ามันคุ้มค่าที่จะเพิ่มจำนวนสัตว์ชนิดนั้น โดยการโคลนนิ่งหนึ่งครั้งจะสามารถสร้างลูกหลานสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ได้มากกว่าหนึ่งล้านตัว

2. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

การโคลนนิ่งสัตว์จริงจะมีผลดีต่อสัตว์ที่สูญพันธุ์หรือไม่ อาจจะช่วยให้สัตว์ที่สูญพันธุ์มีลูกหลานได้ แต่การโคลนนิ่งจะทำให้เกิดความไม่หลากหลายทางพันธุกรรมได้ หรือความไม่หลากหลายทางชีวภาพ ทำให้สัตว์มีพันธุ์เดียวและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

ใช่ ผมคิดว่าการทำโคลนนิ่งสัตว์จะทำให้เกิดความไม่หลากหลายทางพันธุกรรม หรือ ความไม่หลากหลายทางชีวภาพ แต่ในการทำโคลนนิ่งสัตว์นั้นก็จะมีขมขื่นในกระบวนการ ในการทำโคลนนิ่งใช้เวลานานและราคาแพง สิ่งสำคัญคือคนส่วนมากจะใช้เวลาทำโคลนนิ่งไม่ได้ จึงมีแค่สัตว์ที่มาจากทำโคลนนิ่ง แต่การโคลนนิ่งนี้ อาจมีขมขื่นในการทำโคลนนิ่งอีกด้วย

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

ในโลกของเรามีไดโนเสาร์ที่ใกล้สูญพันธุ์ โดยทั่วโลกมีไดโนเสาร์ 1 ตัวตายในโลก หากไม่มีการโคลนนิ่ง เราจะได้ไดโนเสาร์ใกล้สูญพันธุ์ คือ หากจะผสมพันธุ์ตามธรรมชาติก็ไม่ได้ เพราะมันอยู่ตัวเดียว แต่หากนำสัตว์ตัวนี้ไปทำโคลนนิ่ง เราจะสามารถรักษาสายพันธุ์ของไดโนเสาร์ไว้ได้ โดยอาจจะนำตัวนี้เก็บรักษาโคลนนิ่ง แล้วนำมันมาผสมพันธุ์กับตัวอื่น จะได้ลูกไดโนเสาร์ และเราก็สามารถดูว่าสายพันธุ์ของไดโนเสาร์ได้ด้วย

ภาพ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

เรื่อง ศูนย์วิจัยเกาหลีใต้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์แสนรักให้ฟื้นคืนชีพ

วงรอบปฏิบัติที่ 1 คะแนนที่ได้เท่ากับ 10 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด

เห็นด้วย เพราะ feeling มรณูณนี้จะไปสอยไปหาวิชคนดูนั้นมันเต็มมากจึงขึ้น

2. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

ค่าไฟ และ คนสร้างมันคงจะงานหนัก และ มันยังค่อนข้างยาว

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

มันเงิน ๐๕ ชั่วโมง กะทำเองทำ

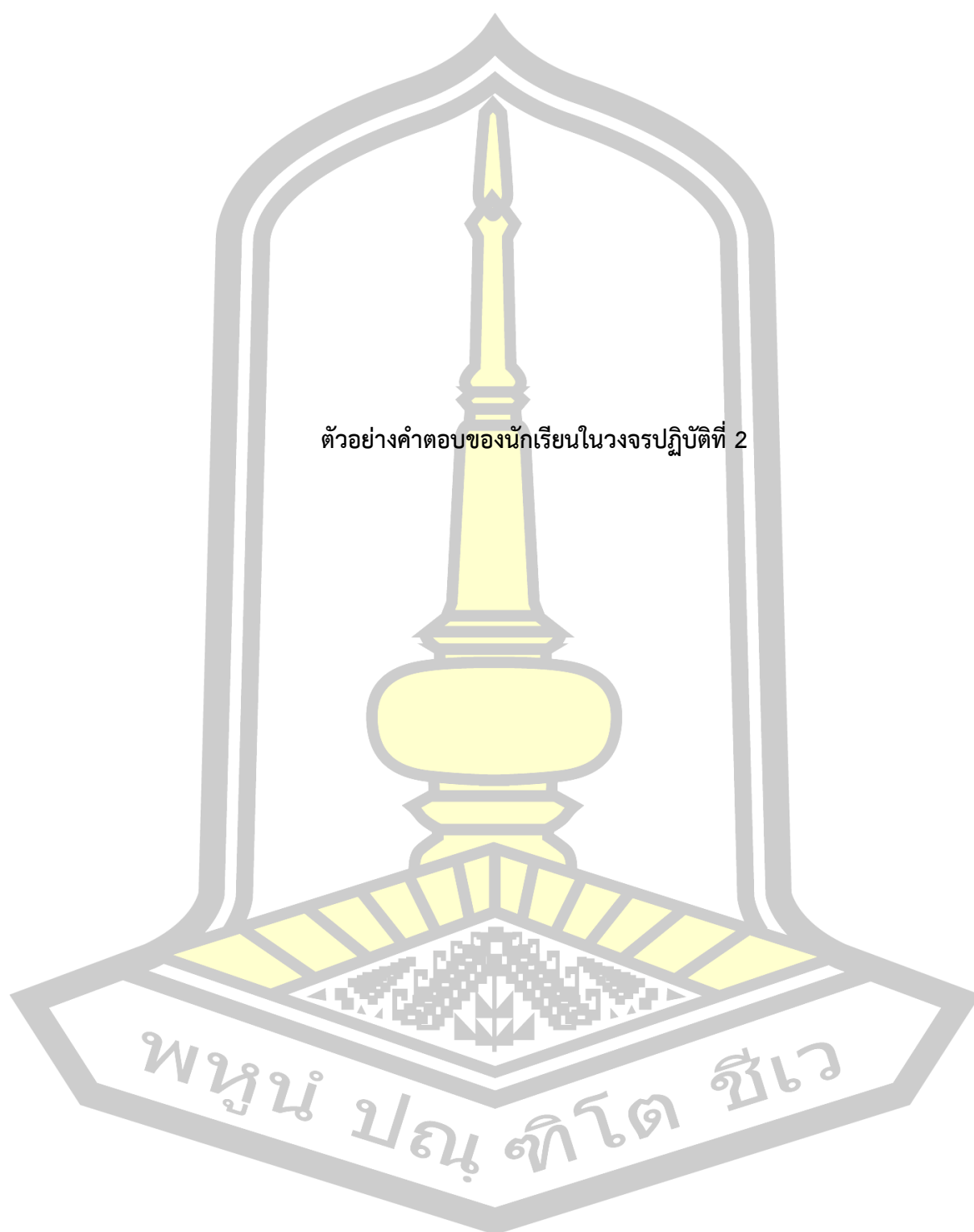
4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

วินเซนซ์ไปดำเนินหนังต่อไปกับสตูดิโอในนิวยอร์กที่แห่งเดียว
ด้วยเหตุนี้ว่าวินเซนซ์จึงได้เป็นนักเรียนในสถาบันชื่อ GATTACA

ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
เรื่อง ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA

วงรอบปฏิบัติที่ 1 คะแนนที่ได้เท่ากับ 1 คะแนน

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2



จึงตอบคำถามต่อไปนี้อีกจากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 5 เรื่อง สีสัน มะกันทำเด็กหลอดแก้ว ทำหลอดทกรก DNA ของ 3 คนรวมเข้า

1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด
เห็นด้วย เพราะ การทำเด็กหลอดแก้วหรือเด็กที่มี DNA มาจากคนสามคน ส่งผลให้เด็ก
ทารกที่เกิดมามีทั้งกายที่แข็งแรง และมีโอกาสมีชีวิตเกิดมาแล้วเสียชีวิต ทารกที่เกิดมา
แล้วเสียชีวิตพ่อแม่ก็จะเสียใจมาก ซึ่งในทางคดีปัญหา คือ เด็กที่เกิดมาจะมีทั้งกายที่แข็งแรง
และ มีทั้งพ่อแม่แข็งแรงอีกด้วย

2. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผล
นั้นคืออะไร
เหตุผลนั้นคือ การทำเด็กหลอดแก้วมีค่าใช้จ่าย และ มีผลกระทบต่อสุขภาพ
การให้ทั้งเวลาและทางการเงินมาก และ เด็กหลอดแก้วอาจเกิดใหม่ มีสุขภาพดี แต่
ส่งผลต่ออีกคนหนึ่งอีกด้วย

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่า
อะไรเพื่อนำมาทำให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1
เด็กที่เกิดมาจากการหลอดแก้ว ไม่ส่งผลเสียต่อพ่อแม่ ผลเสียแก่พ่อแม่มาจาก
สิ่งอื่น เช่น ปัญหาทางการเงิน การทำเด็กหลอดแก้วคือ ทารกที่เกิดมาจากการเงิน
การทำเด็กหลอดแก้ว อาจจะทำให้พ่อแม่ทางการเงินมาก แต่ฉันก็คิดว่า ถ้าพ่อแม่
พ่อแม่และแม่จะได้ลูกที่สมบูรณ์ ร่างกายแข็งแรง และ ไม่มีโรคทางพันธุกรรม
การทำเด็กหลอดแก้ว จะส่งผลต่อสังคมพ่อแม่จะขาดสติปัญญา เด็กที่เกิดใน
วันนี้ จะขึ้น ก็คง สวัสดิภาพที่ดีต่อไป

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถาม
ที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

มีครอบครัวคนหนึ่ง 1 มีลูก 1 คน โดยลูกคนแรกเกิดมาโดยธรรมชาติ
และลูกคนที่ 2 เกิดมาจากการทำเด็กหลอดแก้ว โดยมีพ่อและแม่คนเดียวกัน
ปรากฏว่าลูกคนแรก มีโรคพันธุกรรม เรียกว่า กลุ่มอาการ ลีห์ โดย แม่จะมีความ
คิดเห็นได้ ฉลาดเรียน แก้วคือมีสุขภาพแข็งแรงแต่ลูกคนที่ 2
ที่เกิดจากการทำเด็กหลอดแก้วก็มีทั้งกายที่แข็งแรง ทนทาน ไม่มีโรคทางพันธุกรรม เหมือน
ลูกคนแรก ในที่สุด เด็กคนที่เกิดตามธรรมชาติ ก็เสียชีวิตลง พ่อแม่เสียใจมาก

ภาพ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

เรื่อง ฟิสิกส์สอนมิติชีวเคมีเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร

วงรอบปฏิบัติที่ 2 คะแนนที่ได้เท่ากับ 10 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 6 เรื่อง พืชพันธุ์ใหม่ที่มีข้าว GM เพื่อต่อสู้กับโรคข้าว

2. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด
เห็นด้วยเพราะ ข้าว GM ช่วยเกษตรกรเพิ่มผลผลิตข้าวได้ดีกว่าข้าวธรรมดา 250,000 กิโลกรัมต่อไร่
โรงเรียน พชรวิทยาคม โดยข้าวน้ำทอง GM ผลผลิตสูงตั้งแต่ต้นจนถึงปลายฤดูปลูก

1. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผลนั้นคืออะไร

ยังเกิดความไม่ไว้วางใจ เนื่องจากมีความกังวลว่า จะเกิดผลกระทบต่องูและสัตว์ป่า เมื่อเก็บพืช GM ใหม่ๆ
บางชนิด

3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่าอะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

- ข้อมูลขององค์กรพัฒนาโลกเรียกว่า Golden Rice หรือข้าวทอง ช่วยเกษตรกรเพิ่มผลผลิต
- ไร่นาปลอดหอยกระทกและหนอนผีเสื้อ ประหยัดค่าใช้สอยสารเคมีและป้องกันข้าวไหม้
ด้วยวิธีที่มีความปลอดภัยสูง

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถามที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

6 ไร่ มีข้าว GM ที่เก็บผลผลิตได้เพิ่มขึ้น 250,000 กิโลกรัมต่อไร่

ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

เรื่อง ฮีฮา มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำหนดการมี DNA ของ 3 คนรายแรก

วงรอบปฏิบัติที่ 2 คะแนนที่ได้เท่ากับ 6 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์
สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง การอุ้มบุญ

2 1. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นที่กำหนดให้ เพราะเหตุใด
ไม่เห็นด้วย เพราะ การอุ้มบุญ ต้องใช้เงินจำนวนมาก และ การอุ้มท้องนาน 9 เดือน ถ้าเกิดภรรยา
หมกไม่สามรถ กระทำได้ทุกกรณี ในหลายประเทศ

2. ถ้ามีเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 1 เนื่องจากมีเหตุผลอื่น คิดว่าเหตุผล
นั้นคืออะไร

เพราะ การอุ้มบุญ ถึงจะเสียเงินแพงๆ จำนวนมาก แต่สิ่งที่ได้ ก็คุ้มกับการที่เสียเงินไป การอุ้มบุญ ได้รับความ
สนใจจากคู่สมรสที่สืบตระกูลหรือ ไม่สามารถมีบุตรได้ ถือเป็นทางเลือก ให้กับ คู่สมรสที่ สืบตระกูล หรือไม่สามารถ
มีบุตรได้ ที่อยากมีบุตรไว้ เสียใจ

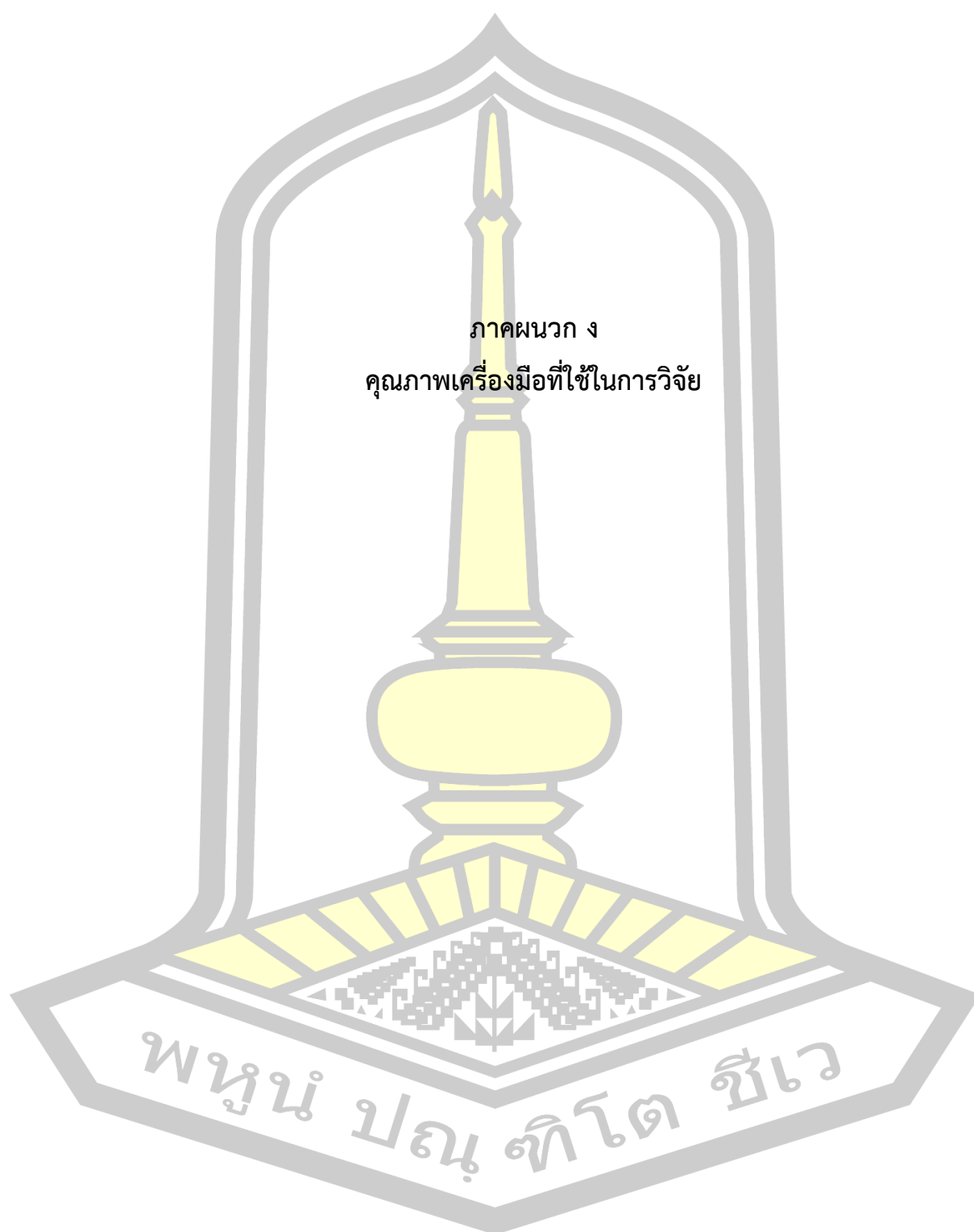
3. ถ้ามีเพื่อนคนหนึ่งใช้เหตุผลที่นักเรียนตอบในคำถามที่ 2 มาคัดค้าน นักเรียนจะบอกเพื่อนคนนั้นว่า
อะไรเพื่อโน้มน้าวให้เพื่อนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่นักเรียนตอบคำถามที่ 1

แต่การอุ้มบุญ มี ความเสี่ยง ต่อสุขภาพ ที่ตามมา และ อาจเกิดผลกระทบทางจิตใจ จากความผูกพัน และ การ
พลัดพรากจากเด็กที่อยู่ในครรภ์ จนอาจเกิด เป็น ปัญหา โดยอาจจะ ด้านกฎหมายตาม

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่สนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียนที่ตอบคำถามในคำถาม
ที่ 1 และ 3 มาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

ในสถานการณ์ เช่น ... หรือรับอุ้มบุญ เพราะต้องการเงิน ... แต่ระหว่างที่รออุ้มท้อง เธอมีความผูกพันกับเด็กที่อยู่ในท้องของเธอ
ดังนั้น ... ทำให้ ตอนคลอด คิดถึงเด็กในท้องของเธอ ... หรือรู้สึกเศร้ามาก

ภาพ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบวัดการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล
เรื่อง การอุ้มบุญ วงรอบปฏิบัติที่ 2 คะแนนที่ได้เท่ากับ 7 คะแนน



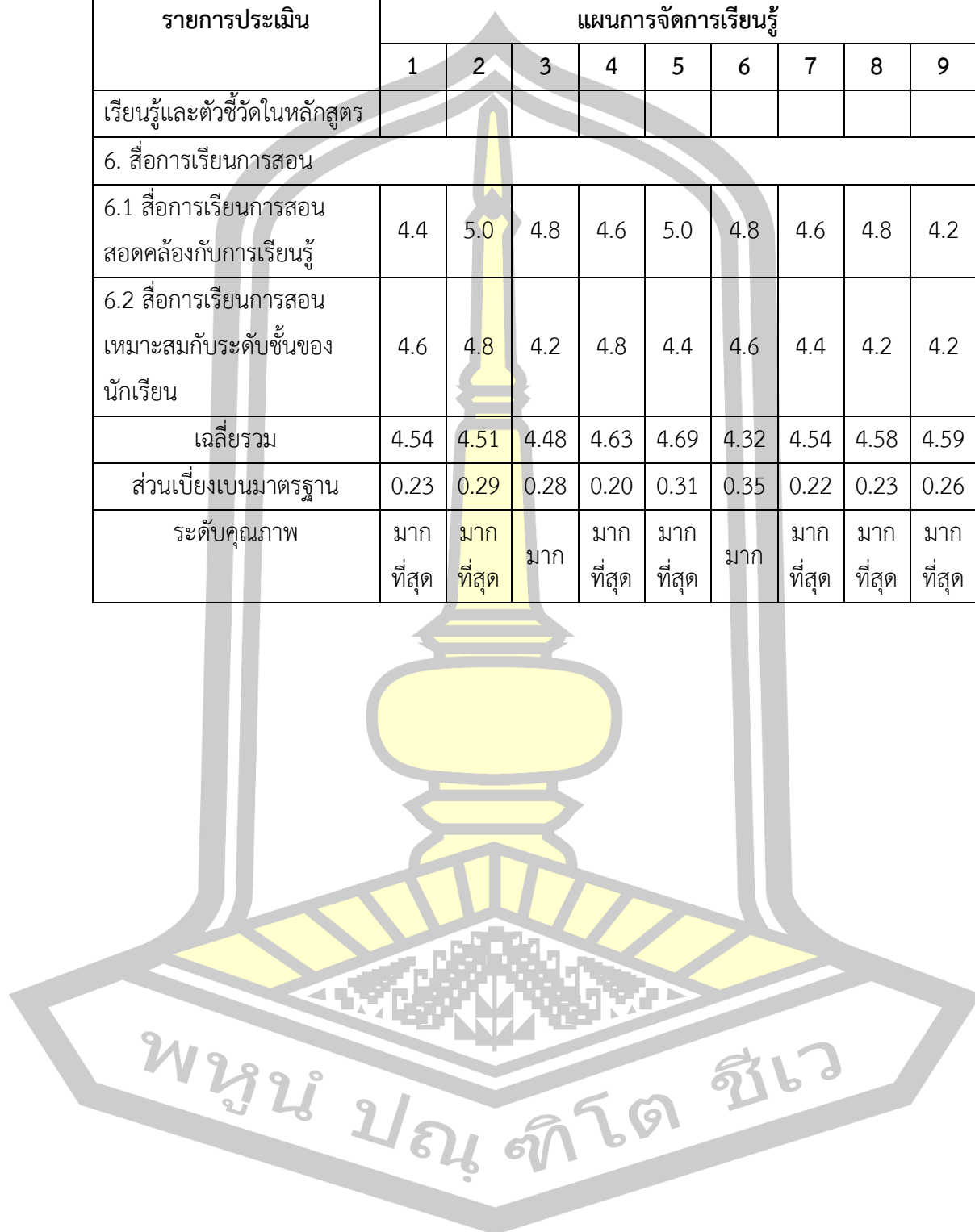
การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 31 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. สารระสำคัญ									
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.4	4.6	4.4	5.0	4.6	4.4	5.0	4.6	4.8
1.2 สารระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.5	5.0	4.4	4.6	4.2	4.6	4.6	5.0	4.6
1.3 สารระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.6	4.2	4.5	4.8	4.6	4.6	4.8	4.6	4.3
1.4 สารระสำคัญเหมาะสมวัยของนักเรียน	4.5	4.6	4.0	4.4	4.8	4.0	4.8	4.2	4.4
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาได้	4.0	4.6	4.4	4.8	5.0	4.4	4.2	4.6	5.0
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.6	4.5	4.8	4.4	4.3	4.0	4.3	4.4	4.8
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.4	4.6	4.5	4.8	5.0	4.2	4.5	4.8	4.8
3. สารการเรียนรู้									
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.0	4.6	4.4	4.8	4.4	4.6	4.8	4.6
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่จะให้นักเรียนที่เรียนรู้	4.8	4.6	4.6	5.0	4.4	4.6	4.2	4.6	5.0

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.2	4.5	4.8	4.8	4.6	4.6	4.3	4.4	4.8
4. การวัดและการประเมินผล									
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.5	4.3	4.4	4.4	4.0	4.4	4.8	4.6	4.8
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.2	4.5	4.8	4.8	4.0	4.6	4.4	4.6
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.5	4.6	4.0	4.4	5.0	3.8	4.3	4.4	4.3
5. กิจกรรมการเรียนรู้									
5.1 ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.4	4.6	5.0	4.6	4.4	4.2	4.6	5.0	4.2
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.6	4.0	4.5	4.6	5.0	4.2	4.8	4.4	4.5
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.0	4.6	4.4	4.6	5.0	4.0	4.6	4.4	4.8
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	5.0	4.4	4.6	5.0	4.8	4.6	4.6	4.6
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้	4.8	4.6	4.0	4.3	4.5	3.4	4.3	4.4	4.8
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.8	4.2	4.4	4.6	5.0	4.4	4.6	4.8	4.6
5.7 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการ	4.2	4.2	5.0	4.6	4.8	4.6	4.3	4.8	4.2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน								
	แผนการจัดการเรียนรู้								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
เรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร									
6. สื่อการเรียนการสอน									
6.1 สื่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับการเรียนรู้	4.4	5.0	4.8	4.6	5.0	4.8	4.6	4.8	4.2
6.2 สื่อการเรียนการสอน เหมาะสมกับระดับชั้นของ นักเรียน	4.6	4.8	4.2	4.8	4.4	4.6	4.4	4.2	4.2
เฉลี่ยรวม	4.54	4.51	4.48	4.63	4.69	4.32	4.54	4.58	4.59
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.23	0.29	0.28	0.20	0.31	0.35	0.22	0.23	0.26
ระดับคุณภาพ	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด



**แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลกับนิยามของทักษะ
การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 4**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าตัวบ่งชี้แต่ละข้อสอดคล้องกับคำถาม โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องผล
การพิจารณาระดับความสอดคล้องตามความคิดเห็นของท่าน

ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามนิยามของทักษะการ
โต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามนิยามของทักษะการ
โต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามนิยามของทักษะการ
โต้แย้งอย่างมีเหตุผล

นิยามของทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

1. การระบุข้อกล่าวอ้าง (Claims) คือ นักเรียนสามารถนำเสนอความคิดเห็น ข้อคิดเห็นซึ่ง
เป็นการแสดงจุดยืนของตนเองซึ่งมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการศึกษาข้อมูล การทดลองจาก
สถานการณ์

2. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Evidence) คือ นักเรียนสามารถแสดงหลักฐาน
หรือข้อเท็จจริงที่สนับสนุนเหตุผลและข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้
น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น โดยหลักฐานสนับสนุนได้จากการได้จากการวัด การสังเกต หรือสำรวจค้นหายุ ใน
รูปข้อมูลทางสถิติกราฟแสดงความสัมพันธ์เหตุการณ์ ประวัติศาสตร์ที่จะใช้เป็นหลักฐานในการ
สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3. การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือ
แนวคิดทางที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้นถึงเหตุผลที่นักเรียนถึงมีข้อกล่าวอ้างเช่นนั้น

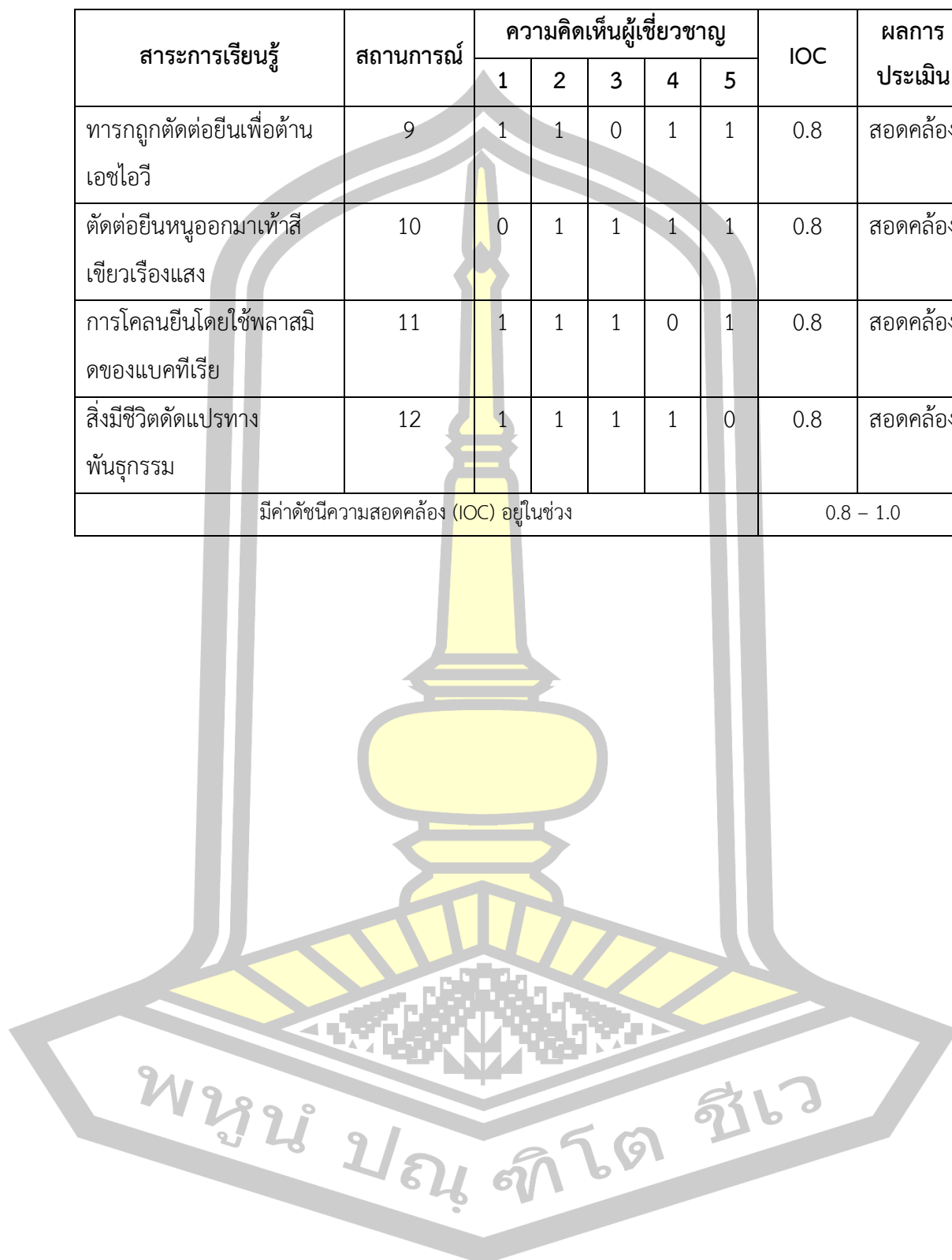
4. การหาหลักฐานสนับสนุนข้อโต้แย้งกลับ (Supportive Argument) คือ นักเรียนสามารถระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเองให้น่าเชื่อถือมากขึ้น หรือโต้แย้งฝ่ายตรงข้ามให้ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลแนวคิด และหลักฐานของฝ่ายตรงข้ามไม่ถูกต้องหรือไม่น่าเชื่อถือ

5. การให้เหตุผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม (Counter argument) คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดที่แสดงว่าข้อกล่าวอ้างของฝ่ายที่คิดเห็นต่างออกไปจากตนเองเพื่อแย้งแนวคิดของฝ่ายตรงข้ามอย่างเป็นเหตุเป็นผล

ตาราง 32 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ใช้จริง
จำนวน 12 สถานการณ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละสาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
การอุ้มบุญ	1	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
มะละกอแขกดำต้านโรคลง ดวงแหวน	2	1	1	0	1	1	0.8	สอดคล้อง
ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA	3	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
ตรวจดีเอ็นเอ ประชาชนที่ ตกหล่นตามทะเบียนราษฎร	4	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้าง โคลนนิ่งสัตว์เลี้ยงแสนรักให้ ฟื้นคืนชีพ	5	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
มะกันทำเด็กหลอดแก้ว กำเนิดทารกมี DNA ของคน 3 คนรายแรกของโลก	6	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
ฟิลิปปินส์อนุมัติชาวจีเอ็มโอ เพื่อต่อสู้กับภาวะขาด สารอาหาร	7	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
รมว.ยธ.พบผลตรวจดีเอ็นเอ คดีฆาตกรรม “โทโมโกะ”	8	1	0	1	1	1	0.8	สอดคล้อง

สาระการเรียนรู้	สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
ทารกถูกตัดต่อยีนเพื่อต้านเอชไอวี	9	1	1	0	1	1	0.8	สอดคล้อง
ตัดต่อยีนหนูกออกมาเท่าสี่เขี้ยวเรืองแสง	10	0	1	1	1	1	0.8	สอดคล้อง
การโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย	11	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
สิ่งมีชีวิตดัดแปรทางพันธุกรรม	12	1	1	1	1	0	0.8	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง							0.8 – 1.0	



ตาราง 33 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างของแบบวัดทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลที่ใช้จริง
จำนวน 6 สถานการณ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละสาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
การอุ้มบุญ	1	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
มะละกอแขกดำต้านโรคมะเร็ง	2	1	1	0	1	1	0.8	สอดคล้อง
ประเด็นภาพยนตร์ GATTACA	3	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
ศูนย์วิจัยเกาหลีได้รับจ้างโคลนนิ่งสัตว์เลี้ยงแสนรักให้ฟื้นคืนชีพ	5	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
มะกันทำเด็กหลอดแก้วกำเนิดทารกมี DNA ของคน 3 คนรายแรกของโลก	6	1	1	1	1	1	1.0	สอดคล้อง
ฟิลิปปินส์อนุมัติข้าวจีเอ็มโอเพื่อต่อสู้กับภาวะขาดสารอาหาร	7	1	1	1	0	1	0.8	สอดคล้อง
มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง							0.8 – 1.0	



แบบประเมินความสอดคล้องแบบสังเกตระหว่างข้อพฤติกรรมกับขั้นตอนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อพฤติกรรมแต่ละข้อสอดคล้องกับขั้นตอนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง

“ระดับความสอดคล้อง” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ตรงตามขอบข่าย

ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ตรงตามขอบข่าย

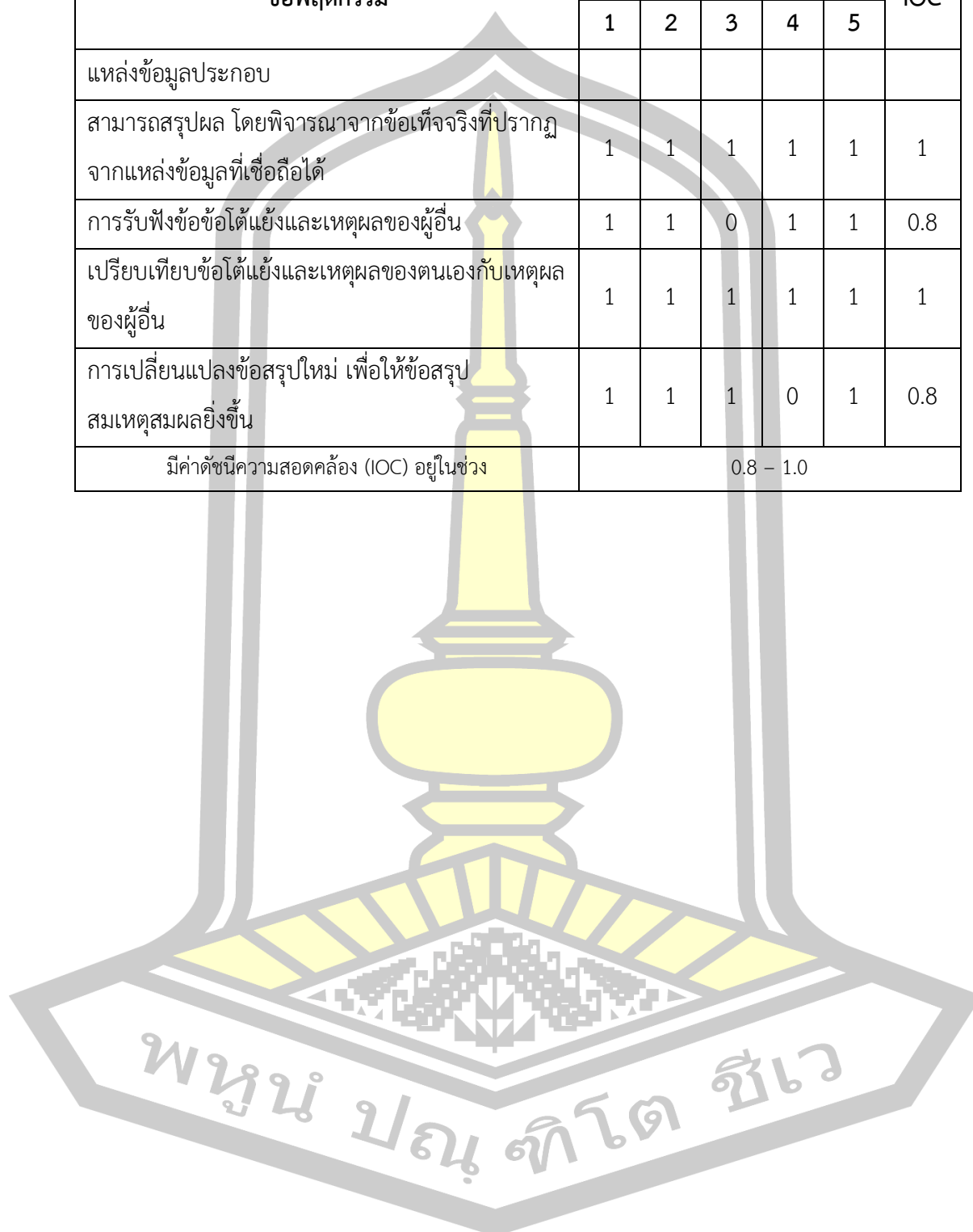
ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ไม่ตรงตามขอบข่าย

แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลนี้ใช้สังเกตนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 34 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อพฤติกรรมกับขั้นตอนการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ข้อพฤติกรรม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5	
การอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ทั้งหมดก่อนระบุประเด็นปัญหา	1	0	1	1	1	0.8
ความกล้าในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง	0	1	1	1	1	0.8
ความสามารถระบุประเด็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	1.0
ความสามารถในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบการให้เหตุผลในการโต้แย้ง	1	1	0	1	1	0.8
มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	1	1	1	0	1	0.8
ความกล้าแสดงเหตุผลที่แตกต่าง โดยการโต้แย้ง เมื่อมี	1	0	1	1	1	0.8

ข้อพฤติกรรม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5	
แหล่งข้อมูลประกอบ						
สามารถสรุปผล โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่ปรากฏจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้	1	1	1	1	1	1
การรับฟังข้อข้อโต้แย้งและเหตุผลของผู้อื่น	1	1	0	1	1	0.8
เปรียบเทียบข้อโต้แย้งและเหตุผลของตนเองกับเหตุผลของผู้อื่น	1	1	1	1	1	1
การเปลี่ยนแปลงข้อสรุปใหม่ เพื่อให้ข้อสรุปสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น	1	1	1	0	1	0.8
มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง	0.8 – 1.0					



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อพฤติกรรมแต่ละข้อสอดคล้องกับขั้นตอนทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง

“ระดับความสอดคล้อง” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ตรงตามขอบข่าย

ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ตรงตามขอบข่าย

ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าประเด็นข้อพฤติกรรมนั้นวัดได้ไม่ตรงตามขอบข่าย

ตาราง 35 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

ข้อพฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC
	1	2	3	4	5	
1. วิธีการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน	1	1	1	1	1	1
- ในการเรียนแต่ละคาบ นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้ อย่างไร เพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	1	0	0	1	1	0.6
- นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควร ปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง	1	1	1	1	1	1
2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการโต้แย้งอย่างมี เหตุผลของนักเรียน	0	1	1	0	1	0.6
- จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น นักเรียนวิธีการ โต้แย้งอย่างมีเหตุผลได้อย่างไร	1	1	0	1	1	0.8
- นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควร ปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง	1	1	1	1	1	1
3. นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับการจัดการเรียนรู้แบบ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน	1	1	1	1	1	1

ข้อพฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC
	1	2	3	4	5	
- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์ต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	0	1	0.8
- นักเรียนสามารถหาเหตุผล หลักฐานมาช่วยในการสนับสนุนข้อคิดเห็น ความเชื่อ แนวความคิด ของตนได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	1	1
- นักเรียนสามารถแสดงออกเพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย หรือรับรู้เหตุผลของตนได้หรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	0	0.8
- การที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล เป็นอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียนหรือไม่อย่างไร	1	1	1	1	1	1
- การที่ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในการเรียนง่ายขึ้นหรือไม่ อย่างไร	1	0	1	1	1	0.8
มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง	0.6 – 1.0					





การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS

Oneway		
Notes		
Output Created		17-NOV-2021 17:44:13
Comments		
Input	Data	D:\learn\learn - Copy.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	72
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY sum BY test_type /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=LSD ALPHA (0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.01



ANOVA

sum

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	108.077	2	54.039	44.879	.000
Within Groups	83.083	69	1.204		
Total	191.160	71			

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: sum

LSD

(I) test_type	(J) test_type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
pre	post1	-2.65278*	.31677	.000	-3.2847	-2.0208
	post2	-2.54167*	.31677	.000	-3.1736	-1.9097
post1	pre	2.65278*	.31677	.000	2.0208	3.2847
	post2	.11111	.31677	.727	-.5208	.7430
post2	pre	2.54167*	.31677	.000	1.9097	3.1736
	post1	-.11111	.31677	.727	-.7430	.5208

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

```

ONEWAY sum BY test_type
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=SCHEFFE ALPHA(0.05) .

```

Oneway

Output Created		17-NOV-2021 17:44:27
Comments		
Input	Data	D:\\\\earn\\earn - Copy.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	72
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY sum BY test_type /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=SCHEFFE ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.00

sum	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	108.077	2	54.039	44.879	.000
Within Groups	83.083	69	1.204		
Total	191.160	71			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: sum

Scheffe

(I) test_type	(J) test_type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
pre	post1	-2.65278*	.31677	.000	-3.4453	-1.8603
	post2	-2.54167*	.31677	.000	-3.3342	-1.7492
post1	pre	2.65278*	.31677	.000	1.8603	3.4453
	post2	.11111	.31677	.940	-.6814	.9036
post2	pre	2.54167*	.31677	.000	1.7492	3.3342
	post1	-.11111	.31677	.940	-.9036	.6814

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

sum

Scheffe^a

test_type	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
pre	24	3.8611	
post2	24		6.4028
post1	24		6.5139
Sig.		1.000	.940

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.



```

mean_pre_ex
  mean_post1_quo mean_post1_rea mean_post1_arg mean_post1_reaarg mean_post1_
ex mean_post2_quo
  mean_post2_rea mean_post2_arg mean_post2_reaarg mean_post2_ex
/STATISTICS=MEAN STDDEV.

```

Descriptives

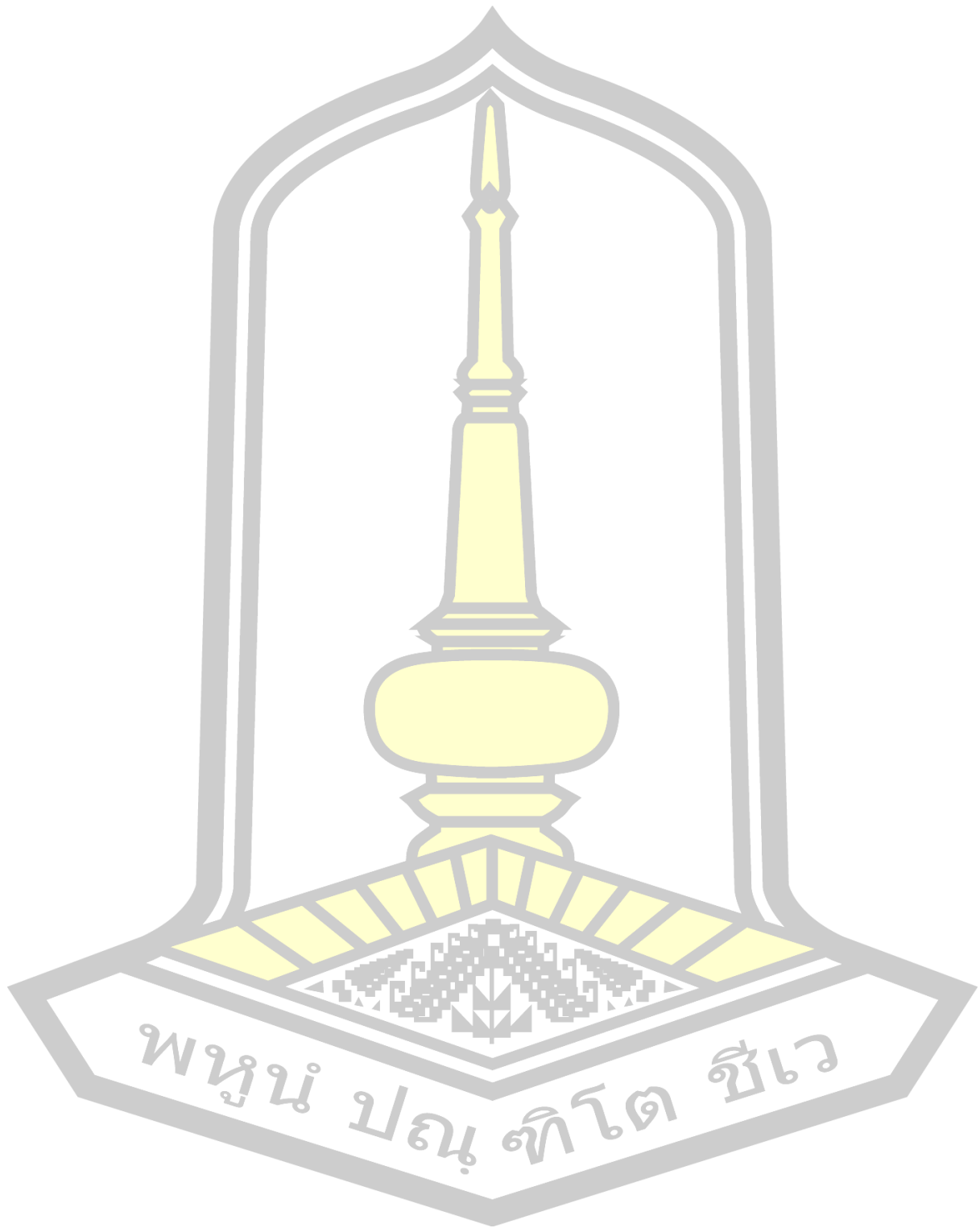
Notes		
Output Created		13-JAN-2022 10:34:32
Comments		
Input	Data	D:\learn\learn - Copy.sav
	Active Dataset	DataSet2
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	24
Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	All non-missing data are used.
Syntax		DESCRIPTIVES VARIABLES=mean_pre_q uo mean_pre_rea mean_pre_arg mean_pre_reaarg mean_pre_ex mean_post1_quo mean_post1_rea mean_post1_arg mean_post1_reaarg mean_post1_ex mean_post2_quo mean_post2_rea mean_post2_arg mean_post2_reaarg mean_post2_ex /STATISTICS=MEAN STDDEV.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.00

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
—	24	.7222	.23399
—	24	.7639	.36088
—	24	.9306	.25968
—	24	.7361	.32570
—	24	.7083	.20412
—	24	1.4583	.29180
—	24	1.2500	.28233
—	24	1.4306	.25020
—	24	.9722	.27657
—	24	1.4028	.24035
—	24	1.5556	.21234
—	24	1.3056	.23909
—	24	1.1806	.31051
—	24	1.1806	.31051
—	24	1.1806	.25968
Valid N (listwise)	24		



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลพรรณ ขันทะศิริ. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แบบสืบเสาะหาความรู้ และตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การรู้วิทยาศาสตร์ และการคิดตัดสินใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(2), 7-19.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชินสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ. (2016). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 48-61.
- จิตลดา เองชัยโย. (2561). การศึกษาเจตคติทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบซิปปา. *วารสารครูพิบูล*, 6(2), 273-282.
- ชรินทร์ทิพย์ ศุขศาสตร์. (2560). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณัฐพัธน์ เสริมสุข. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญลักษณ์ ราชิว ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ดร.บุญเสถียร บุญสูง และ สุรเดช ศรีทา. (2563). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วารสาร NGRC มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 21, 529-538.

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

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุศมาพร กันทะวัง. (2562). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้ทันวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Sociocentric. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-106.

ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 9(1), 136-154.

พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี. (2558). ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรพิมล คงเจริญสุข. (2561). ผลการเรียนรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถ ในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และมนทัศน์ชีววิทยาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์, 30(1), 62-77.

- พิชญา ศิลาอม. (2561). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จรรย. (2553). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: แฮสส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พินิจ ขำวงษ์. (2551). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบทชุมชนเมือง ในเอกสารประกอบ สัมนา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ภาวิณี รัตนคอน. (2562). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 11(2), 2720-2735.
- เมธานนท์ สง่าชาติ. (2562). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในบทเรียนเรื่อง ฮอร์โมน และต่อมไร้ท่อ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56, 155-162
- วนิดา ผาระนัด. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนรู. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วนิดา ผาระนัด และประสาธ เนืองเฉลิม. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิต ในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(2), 174-181.
- วรวรรณ พันธุ์ปรีดา ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ปราโมทย์ ชานาญปิ่น และ สุรเดช ศรีทา (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน: วารสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 55, 33-40.

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์. (2562). การพัฒนาการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทรปราการ: บอส์การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการใช้หลักสูตร รายวิชา เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุริย์วัลย์ พันธูระ และสุมาลี ชูกำแพง. (2561). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 12(3), 196-206.

สุริย์วัลย์ พันธูระ. (2561). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การ เปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและ เทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 12(3), 196-206.

เสาวนีย์ โคตรชมพู. (2554). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการ ใช้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อการโต้แย้ง และการคิดวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

หทัยชนก ชนะชัย ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และกันทิมาณี ประเดิมวงศ์. (2559). การพัฒนาการให้เหตุผล อย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัย รังสิต, 1348-1356.

อัศวิน ณะปะปด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มข. มส. (บค.)*, 3(2), 14–24.

AL Alindra, A Ana. (2008). Argumentation and Reasoning Skills In Socioscientific Issues. *INVOTEC*, 14(2), 44-54.

Arika, A., Lentika, D. L., Al Lathifah, S. A. S., Suliyanah, S., Admoko, S., & Suprpto, N. (2021). Research Trend of Socio Scientific Issues (SSI) in Physics Learning Through Bibliometric Analysis in 2011-2020 using Scopus Database and the Contribution of Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(4), 682–692.

Besnard, P. and Hunter, A. (2008). *Elements of Argumentation*. Cambridge: MIT Press.

Cavagnetto, A. (2011). The Multiple Faces of Argument in School Science. *Science Scope*, 35(1), 34-37.

Cebesoy et al. (2017). Study on the Synthesis, Photophysical Properties and Singlet Oxygen Generation Behavior of Bodipy-Functionalized Cyclotriphosphazenes. *Journal of Fluorescence*, 27, 595–601.

Chung, Y., Yoo, J., Kim, S.-W., Lee, H., and Zeidler, D. (2016). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-27.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Journal Science Education*, 84(3), 287-312.

Dawson, V. M., and G. Venville. (2010). Teach-ing strategies for developing students argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40, 133–14.

Eilks, & Mark, R. (2009). Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and ProblemOriented Approach to Chemistry Teaching: Concepts, Examples,

Experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 231-245.

Eilks, I. (2010). *Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues*. Presentation at the annual meeting of the society for didactics in chemistry and physics, Potsdam Germany

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). *Epistemic foundations for conceptual change*. In J. Shrager & S. Carver (Eds.), *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 245–262). American Psychological Association. Retrieved from <https://doi.org/10.1037/13617-012>

Kaplan, K.J. and Cavus, R. (2016). Perspectives of 8th Grade Student & with Different Epistemological Beliefs on Genetic Themed Socio-scientific Issues. *International Online Journal of Educational Science*, 8(4), 178-198.

Kemmis, S & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3 ed.). Victoria: Deakin University.

Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245–1260.

Lewis, J. (2003). *Qualitative Research Practice A Guide for Social Science Students and Researchers*. London, Thousand Oaks, CA: Sage Publications Ltd.

Lin, S. S. and 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.

MH Effendi-Hasibuan. (2020). Skills to argue: Using argument-based learning (AbL) and socio-scientific issues to promote university students' argumentation skills in chemistry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2), 022042.

- Molteni, M. (2018). *Family DNA testing at the border would be an ethical Quagmire*, *Wired Science*. Retrieved from <http://www.wired.com/story/family-dna-testing-at-the-border-would-be-an-ethical-quagmire/>.
- Oulton, C. (2004). Reconceptualising the Teaching of Controversial Issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411-423.
- Ratckiffe, D. N., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University.
- Reis, Pedro and Cecilia Galvao. (2009). Teaching Controversial Socio-Scientific Issue in Biology and Geology Classes: A Case Study. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1), 1-24.
- Sadler, T. D. (2011). *Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI*. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 355- 369). Springer, Dordrecht.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. D. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A Threshold Model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Journal Science Education*, 90(6), 986 - 1004.
- Gutierrez, S. B. (2015). Integrating Socio-Scientific Issues to Enhance the Bioethical Decision-Making Skills of High School Students. *International Education Studies*, 8(1), 142-151.
- Smith, M. & Steinhauer, J. (2018). Why is genetics education so important?. *Trends in Genetics*, 34(1), 1-4.

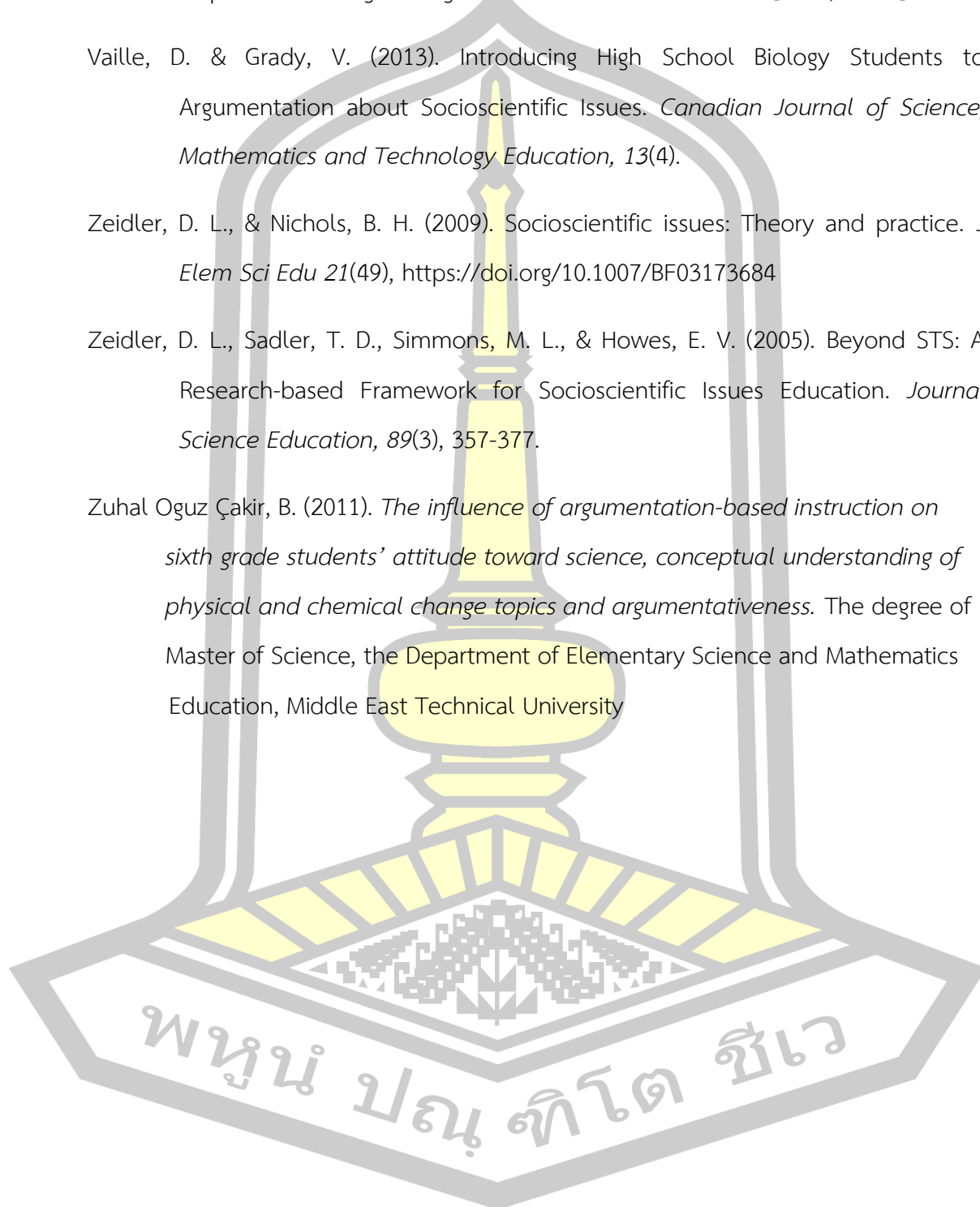
Stein, D. (1998). Situated learning in adult education. [Online]. Retrieved from <http://www.ericdigests.org/1998-3/adult-education.html> [2020, Oct 5]

Vaille, D. & Grady, V. (2013). Introducing High School Biology Students to Argumentation about Socioscientific Issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4).

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *J Elem Sci Edu* 21(49), <https://doi.org/10.1007/BF03173684>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education. *Journal Science Education*, 89(3), 357-377.

Zuhal Oguz Çakir, B. (2011). *The influence of argumentation-based instruction on sixth grade students' attitude toward science, conceptual understanding of physical and chemical change topics and argumentativeness*. The degree of Master of Science, the Department of Elementary Science and Mathematics Education, Middle East Technical University



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสราวลี ลิขนะวรรณ
วันเกิด 15 มกราคม พ.ศ.2537
สถานที่เกิด โรงพยาบาลป.แพทย์ จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 2/11 ถนนหนองม่วงวิถี ตำบลนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2552 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนางรอง ตำบลนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนางรอง ตำบลนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2559 ระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีวเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2566 ระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ จิโต ชีเว