การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ

วิทยานิพนธ์

ของ

ลินดา เขจรแข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
พฤศจิกายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ

วิทยานิพนธ์

ของ

ลินดา เขจรแข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤศจิกายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Comparison of Learning Achievement and Scientific Reasoning of Grade 10 Students by using Socioscientific-issues Based and Conventional

Linda Khajornkhae

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)
November 2021
Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางลินดา เขจรแข แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

....กรรมการ
(อ. ดร. ธนดล ภูสีฤทธิ์)

....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

....	....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)	(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ
ผู้วิจัย	ลินดา เขจรแข
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2564

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 90 คน จาก 2 ห้องเรียน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ โดยหาค่าความยากง่าย (P) ได้ค่าอยู่ในช่วง 0.41-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.36-0.76 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 และแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ซึ่งหาค่าความยากง่าย (P) ได้อยู่ในช่วง 0.41-0.71 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.25-0.67 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือค่าทีแบบเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์, ประเด็นทางสังคม

TITLE	The Comparison of Learning Achievement and Scientific Reasoning of Grade 10 Students by using Socioscientific-issues Based and Conventional		
AUTHOR	Linda Khajornkhae		
ADVISORS	Associate Professor Prasart Nuangchalerm , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	**MAJOR**	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Mahasarakham University	**YEAR**	2021

ABSTRACT

The objectives of this study were 1) to compare the academic achievement of grade 10 students who studied using socioscientific-issues based learning and conventional learning group and 2) to compare the scientific reasoning of the students using socioscientific-issues based learning, topic “DNA technology” and conventional learning group. The sample group used in this research consisted of 90 grade 10 students from 2 classrooms at Kalasin Pittayasan School, Muang District, Kalasin Province, second semester, academic year 2020, obtained by cluster random sampling. The research tools were SSI and conventional lesson plans, achievement test contains 30 4-multiple choice with the difficulty (P) in the range of 0.41-0.75. The discriminant power (B) was in the range of 0.36-0.76, and the confidence value was 0.79, and the 8-item scientific reasoning scale, which was difficult to find was in the range of 0.41-0.71. The discriminant power (B) in the range of 0.25-0.67 , and the confidence value was 0.83 statistics used to test the hypothesis was the independent t.

The results indicated that;

1. students who studied using socioscientific-issue based learning had no difference score of learning achievement with conventional group.

2. students who study using socioscientific-issue based learning had score of scientific reasoning higher than conventional group was statistically significance at the .05 level.

Keyword : The Comparison of Learning Achievement, Scientific Reasoning, Socioscientific-issues

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธนดล ภูสีฤทธิ์ กรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ผาระนัด นางพิสมัย พงษ์ศรีลา นางรดา สินธุศิริ ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี นายเทวินทร์ เวหุวนารักษ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ที่ได้มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่ และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยตลอดมา คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดาผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยให้เป็นคนดีมีคุณธรรม

ลินดา เขจรแข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ฉ

กิตติกรรมประกาศ .... ซ

สารบัญ .... ฌ

สารบัญตาราง .... ฎ

สารบัญภาพประกอบ .... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 5

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 8

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม 16

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 26

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 32

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

กรอบแนวคิดในการวิจัย 48

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 50

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 50
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 51
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 51
การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล........ 66
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล........ 71
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ........ 78
ความมุ่งหมายของการวิจัย........ 78
สรุปผล 78
อภิปรายผล........ 79
ข้อเสนอแนะ 81
บรรณานุกรม........ 83
ภาคผนวก........ 93
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4........ 94
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 126
ประวัติผู้เขียน........ 167

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษาต่าง ๆ 25

ตาราง 2 นิยามองค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 37

ตาราง 3 กรอบแนวคิดในการเตรียมแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 52

ตาราง 4 กรอบแนวคิดในการเตรียมแผนจัดการเรียนรู้แบบปกติ 54

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์เนื้อหา 55

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 57

ตาราง 7 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 62

ตาราง 8 เกณฑ์การประเมินแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 64

ตาราง 9 แบบแผนการทดลอง 65

ตาราง 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 72

ตาราง 11 การเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 72

ตาราง 12 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 73

ตาราง 13 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ 75

ตาราง 14 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) 129

ตาราง 15 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) 131

ตาราง 16 ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเนื้อหาวิชามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 139

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 141

ตาราง 20 ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (IOC) รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเนื้อหาวิชา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 165

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 166

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 49

ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 61

พหุ่นํ ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 กล่าวถึง การจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และในมาตรา 24 ยังกล่าวถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้ของสถานศึกษาไว้ว่า ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ ตลอดจนการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีความยืดหยุ่นและเอื้อให้สถานศึกษาสามารถจัดทำสาระการเรียนรู้เป็นรายปีหรือรายภาค เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม หลักสูตรนี้ได้มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกมีทักษะพื้นฐานและเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา และการประกอบอาชีพ บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

วิทยาศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรได้เรียนรู้ โลกยุคปัจจุบันถือว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าวิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งโลกยุคใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society)

ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีเท่านั้น ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถของมนุษย์ในการพัฒนาเศรษฐกิจของแต่ละประเทศให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ พร้อมทั้งยังช่วยให้มนุษย์มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) และเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตหรืออาชีพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ และมีทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทั้งวิธีการคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ทุกคนต้องถูกพัฒนาให้เป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์นั้นคือการที่บุคคลสามารถรู้และเข้าใจในวิทยาศาสตร์ทั้งด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเชิงลึก มีความสนใจในการรู้วิทยาศาสตร์ มีการรวมมโนทัศน์วิทยาศาสตร์และประสบการณ์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเห็นความเกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์กับชีวิตผ่านการสอนและการมีส่วนร่วมของนักเรียน (King and Ritchie, 2013) มีส่วนร่วมในการเผยแพร่และอภิปรายเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต่อสาธารณะ และนำข้อเหล่านั้นมาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ส่งผลต่อชีวิต ยิ่งในปัจจุบันต้องเผชิญกับปัญหาวิกฤติการณ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Dawson and Venville, 2008) นักเรียนเหล่านี้เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่จึงต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การรู้วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การฝึกฝนทางวิทยาศาสตร์ (Roberts and Gott, 2010) และทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสุขภาพและการเป็นอยู่ (Dawson and Venville, 2009) โดยสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีคุณภาพ สามารถมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคมและสามารถให้เหตุผลบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) โดยลักษณะหนึ่งที่ผู้รู้วิทยาศาสตร์ควรมีคือ

ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Lawson, 2004) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจะทำให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์และเป็นไปเพื่อพัฒนาความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีตรรกะ และรู้จักใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยเน้นพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีการตัดสินใจภายใต้การใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2004) และมีการพิจารณามิติทางด้านวิทยาศาสตร์เชิงจริยธรรม การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของผู้เรียน และการพัฒนาทางด้านอารมณ์ของผู้เรียนด้วย (Zeidler, Walker, Ackett and Simmons, 2002)

ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issues) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ (Reis, 2009) ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2002) เป็นปัญหาที่มีอยู่จริงปัญหานั้นเป็นที่สนใจของนักเรียน มีวิธีการแก้ไขหลายวิธีคำตอบไม่มีสิ้นสุด (Lin and Mintzes, 2010) เป็นปัญหาที่ซับซ้อนเกิดขึ้นไม่จบสิ้น ไม่มีโครงสร้าง ปัญหาถูกถกเถียงภายใต้หลายมุมมองและขาดคำตอบที่ชัดเจนในการเจรจาต่อรอง ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่จะนำมาพิจารณานั้นจะต้องยึดหลักคุณธรรมจริยธรรมรวมทั้งเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคม (Zeidler and others, 2004) ทั้งนี้เนื่องจากความกังวลและไม่แน่ใจในความปลอดภัยและผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการโต้แย้งทางความคิดขึ้นภายในสังคม จุดมุ่งหมายหลักของการประยุกต์ใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler and Zeidler, 2003) เป็นประชากรที่มีคุณภาพ มีความรับผิดชอบต่อสังคม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ (Driver and others, 2000 ; Kolsto, 2001)

ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแสวงหาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งนำไปสู่การได้มโนทัศน์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Schen, 2007) หลายประเทศได้กำหนดให้การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหลักในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มาอย่างยาวนาน (Lawson, 2004) เพราะความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นี้สามารถพัฒนาผู้คนให้กลายเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learners) เป็นบุคคลที่มีคุณภาพของสังคม (Gerber, Cavallo and Marek, 2001) โดยผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้โดยใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสมหรือได้จากการอภิปรายโต้แย้งแลกเปลี่ยนมุมมองจนนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) นอกจากนี้ผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะสามารถนำมโนทัศน์ หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสร้างความรู้ความเข้าใจของตนได้โดยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎีเหล่านั้นกับสมมติฐานตั้งต้นของตน และผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของตนได้โดยพิจารณามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แล้วแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง (Lawson, 2004) ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเอื้อให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organization for Economic Cooperation and Development : OECD) ได้ดำเนินโครงการประเมินผลร่วมกันนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) เพื่อประเมินความรู้และทักษะในการเป็นพลเมืองในโลกปัจจุบันของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีบริบูรณ์ที่กำลังจบการศึกษาภาคบังคับของแต่ละประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา พบว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ทุกรอบและมีแนวโน้มลดต่ำลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ระบุว่าในปี 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการอ่าน 393 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 487 คะแนน) คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่า ด้านการอ่านมีคะแนนลดลง 16 คะแนน ส่วนด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้น 3 คะแนน และ 4 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งในการทดสอบทางสถิติถือว่าด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับกรอบการประเมินที่ผ่านมาและพบว่า ความสามารถนักเรียนอยู่ในกลุ่มต่ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์หรือเทียบกับนานาประเทศ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถระบุ อธิบาย ประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายได้ ขาดความสามารถในการคิดและมีความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ในการประเมินของ PISA จะเน้นการคิดวิเคราะห์ เน้นการคิดและหาคำอธิบายโดยมีรูปแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบ แบบทดสอบของ PISA จะอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับตัวเองท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก นักเรียนต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามอย่างสมเหตุสมผล แบบทดสอบของ PISA จะประเมินสมรรถนะของนักเรียน 3 ด้าน คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นเป็นแนวทาง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนแบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จำนวน 582 คน 14 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 90 คน 2 ห้องเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องวิทยาศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน และแบบปกติ 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน

2. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย พันธุวิศวกรรม สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การโคลนยีน การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และ 2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 ชั่วโมง (ไม่รวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้โดยการนำประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันในเรื่องของแนวคิดหรือวิธีการ เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน สามารถส่งผลกระทบในหลายด้านและไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน มาใช้เชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาการเรียนหรือใช้ในกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นเหล่านั้น ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นได้แก่

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ นักเรียนได้เรียนรู้และตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ นักเรียนได้จำแนก จัดเรียง และลำดับความสำคัญของประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา นักเรียนได้จำแนก แยกย่อย ในประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนเพื่อคิดหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 6 ประเมินผล นักเรียนได้รับการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา

2. รูปแบบการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง รูปแบบการเรียนปกติแบบวัฏจักรการเรียนรู้สืบเสาะความรู้ (5Es) โดยมีรูปแบบการเรียนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลโดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถระบุองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ 1) การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2) การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ซึ่งความสามารถนี้วัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ หมายถึงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้หลังจากเรียน ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม
2. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตราที่ 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบนอกระบบและตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญการบูรณาการความรู้ คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ส่วนของการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ด้านความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกยุคปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิด การพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยียังมีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาโดยใช้กระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลาที่ยาวนาน ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสนับสนุนโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันอาจขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมาย ด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่ต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติ โลกเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญยิ่ง คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการเสริมสร้างความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรมจริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ มนุษย์ใช้กระบวนการการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และได้ค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนาการคิด กระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2. วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร สอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนวิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและประเทศและมีความยืดหยุ่น หลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์ศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา การคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

3. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560)

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้ เนื้อหา แนวความคิด หลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สาระย่อย ดังนี้

สาระที่ 1 : วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 : วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 : วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 : เทคโนโลยี

4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลม ฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
รหัสวิชา ว 31242 ชื่อวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 2
จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎความน่าจะเป็น กฎการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้างของ DNA สมบัติของสารพันธุกรรม มิวเทชัน ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล กำเนิดของสปีชีส์ มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการ และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของตนเอง ดูแลรักษาสิ่งมีชีวิตอื่น เฝ้าระวังและพัฒนา สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทาง พันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง

2. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล

3. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2

4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

5. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ

6. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA

7. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

8. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่อง พันธุศาสตร์เมนเดล

9. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชัน ระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้ง ยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน

10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติ วิทยาศาสตร์การแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

13. อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากร โดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

16. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา

17. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

18. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

19. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้

20. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

รวมจำนวน 20 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว31242 ชื่อวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ระดับชั้น ม.4

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ	น้ำหนักคะแนน
1	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	สาระชีววิทยา มาตรฐานที่ 2 ผลการเรียนรู้ที่ 1-5	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล - การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล	17	10
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	สาระชีววิทยา มาตรฐานที่ 2 ผลการเรียนรู้ที่ 6-9	- โครโมโซมและสารพันธุกรรม - การจำลอง DNA - สมบัติของสารพันธุกรรม - มิวเทชัน	11	10
	สอบกลางภาค (หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-2)			2	20
3	เทคโนโลยีทาง DNA	สาระชีววิทยา มาตรฐานที่ 2 ผลการเรียนรู้ที่ 10-11	- เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ - พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน - การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลิโอไทด์ - การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA - เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	12	10
4	วิวัฒนาการ	สาระชีววิทยา มาตรฐานที่ 2 ผลการเรียนรู้ที่ 12-15	- วิวัฒนาการ - หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต - แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต - พันธุศาสตร์ประชากร -ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	9	8

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ	น้ำหนักคะแนน
			- กำเนิดของสปีชีส์		
5	มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม	สาระชีววิทยา มาตรฐานที่ 5 ผลการเรียนรู้ที่16-20	- ทรัพยากรธรรมชาติ - การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ - การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	6	5
	สอบปลายภาค (หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-5)			3	30
	จิตพิสัย				10
	รวม			60	100

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม

1. ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

คำว่า Socioscientific issues หรือSocio-scientific issues นักการศึกษาในประเทศไทยใช้คำว่าประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) หรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (อัศวิน ธะนะปัด ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และพัฒนี จันทรโรทัย, 2558) งานวิจัยนี้ใช้คำว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาได้ให้ ความหมายประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไว้ดังต่อไปนี้

Ratcliffe และ Grace (2003) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานในขอบเขตของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสร้างความคิดเห็น สร้างตัวเลือกระดับบุคคลและสังคม เป็นประเด็นที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความสนใจในประเด็นที่นำเสนอ ประเด็นดังกล่าวเป็นประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ เนื่องจากยังขัดแย้งกันหรือมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถหลีกเลี่ยงการรายงานแบบไม่สมบูรณ์ ทำให้เห็นมิติของท้องถิ่นชนชาติและโลก ในกรอบของสังคมและผู้เป็นพลเมือง รวมไปถึงการวิเคราะห์ความเสี่ยงและผลประโยชน์ที่ได้การพัฒนาอย่างยั่งยืน คุณค่าและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะซึ่งต้องเป็นและความเสี่ยงซึ่งเป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับเราตั้งแต่เกิดจนตาย

Sadler (2004) ให้ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นประเด็นความขัดแย้งที่มีความซับซ้อนประเภทปลายเปิดมักมีการถกเถียงกันโดยไม่มีคำตอบที่ชัดเจน ในการตอบสนองต่อประเด็นของแต่ละฝ่าย อาจมีการโต้แย้งจากหลายมุมมอง

Zeidler และคณะ (2009) ให้ความหมายประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการใช้หัวข้อวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้สนทนาหาแนวทาง และอธิปรายร่วมกัน ประเด็นส่วน

ใหญ่เป็นประเด็นที่เกี่ยวกับความขัดแย้งในธรรมชาติ โดยกระบวนการอภิปรายของนักเรียนต้องมีการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม หรือประเมินค่าความกังวลเชิงจริยธรรมในระหว่างกระบวนการหาแนวทางแก้ปัญหา เพื่อตัดสินใจประเด็นดังกล่าวมีเจตนาให้นักเรียนเห็นความสำคัญและมีส่วนร่วมในการใช้เหตุผลตามหลักฐาน และต้องการให้นักเรียนเห็นบริบทของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ได้สรุปประเด็นทางสังคมในสภาวะปัจจุบันที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การโคลนนิ่ง (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organism) ภาวะโลกร้อน (Global warmimg) หรือพลังงานทางเลือก (Alternative fuel) จะเห็นว่าประเด็นเหล่านี้เป็นประเด็นที่สามารถพบได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสารต่าง ๆ ซึ่งประเด็นต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นล้วนเกี่ยวพันกับการรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์รู้จักคิดและตัดสินใจใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการสอนตามแนวคิด Socioscientific ต้องประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

ประการที่ 1 ความสามารถในการประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ แต่ละคนต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับหนึ่งหรือมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับวิถีชีวิตจริง (Bingle and Gaskell, 1994 ; Kolsto, 2001)

ประการที่ 2 การมีส่วนร่วมทางสังคมและการเมืองต่อการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน (Kolsto, 2001 ; Zeidler, Walker, Ackett and others, 2002)

ประการที่ 3 การตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ต้องมีความซาบซึ้ง (Appreciation) ในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว การพิจารณาคุณค่าของคุณธรรมและจริยธรรมไม่สามารถแยกออกจากวิทยาศาสตร์ได้ (Bingle and Gaskell, 1994 ; Kolsto, 2001 ; Zeidler, Walker, Ackett and others, 2002) ประเด็นทั้งสามอย่างดังกล่าวมาข้างต้นล้วนอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในมิติด้านคุณธรรมจริยธรรม และนำไปสู่การการจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสังคมนั้น ๆ

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ได้กล่าวถึง การพิจารณาว่าประเด็นใดจัดเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์มีหลักการพิจารณา ดังนี้

1. ประเด็นข้อโต้แย้งทางสังคมอันเกิดจากความเห็นที่ไม่ตรงกันเกี่ยวกับแนวคิด วิธีการ หรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2004 ; Sadler and Zeidler, 2005)

2. เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนกล่าวคือมีความเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม เศรษฐกิจ ศาสนาและศีลธรรม โดยทั่วไปมักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งกันระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับเหตุผลทางด้านศีลธรรมจรรยา (Sadler and Zeidler, 2005) ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่ความรุนแรงของปัญหาในแต่ละสังคมอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสังคมและวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ

3. เป็นประเด็นที่เป็นคำถามปลายเปิด (Sadler, 2004) คำตอบสำหรับประเด็นดังกล่าวจึงเป็นไปได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับทัศนคติ ความคิดเห็นของผู้ตอบ ดังนั้นจึงยังไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดสำหรับประเด็นดังกล่าว

4. มักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ซึ่งแต่ละคนอาจตอบสนองต่อประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ได้บ่อย ๆ เนื่องจากเป็นสังคมที่เปิดกว้างทางความคิดและเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (Sadler, 2004) ดังนั้นประชากรในสังคมประชาธิปไตยจึงต้องได้รับการเตรียมพร้อมให้สามารถแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นเหตุเป็นผลและมีหลักฐานสนับสนุน (Kolsto, 2001)

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับการศึกษาในทุกระดับตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนต้นไปจนถึงระดับอุดมศึกษา (Sadler, 2002) จุดมุ่งหมายหลักของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler and Zeidler, 2003) โดยการค้นคว้าอภิปรายให้เหตุผลและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษาผลที่ได้รับตามมาคือการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สามารถรับมือและจัดการกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นประชากรที่มีคุณภาพความรับผิดชอบต่อสังคมและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ (Driver and others, 2000 ; Kolsto, 2001) จากการศึกษาจากเอกสารและรายงานการศึกษาต่าง ๆ พบว่า ได้มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อจุดประสงค์ในการสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมทักษะในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะการคิดขั้นสูง (Pedretti, 1999 ; Lewis, 2003) ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น (Lewis, 2003) ทักษะและความสามารถในการอภิปรายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ (Sadler, 2000 ; Sadler and Zeidler, 2003) ทักษะการตีความเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่ (Sadler, 2000 ; Sadler and Zeidler, 2003) ทักษะการตั้งคำถามและตอบคำถาม (Pedretti, 1999)

2. สร้างเสริมความเข้าใจตัวแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา (Sadler, 2000 ; Sadler and Zeidler, 2003) โดยทั่วไปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มักเกี่ยวข้องกับการอภิปราย โต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินลงความเห็นในท้ายที่สุด จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายให้เหตุผล

3. เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์ (Sadler and Zeidler, 2003) จากการศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมมักส่งผลต่อการตีความหมายและการยอมรับหรือไม่ยอมรับวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ยังได้เสนอว่าครูผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแนวทางในการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน ผู้สอนต้องเตรียมตัวล่วงหน้าด้วยการใช้เวลาส่วนหนึ่งในการสำรวจ ค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร และอินเตอร์เน็ตเพื่อสำรวจว่ามีประเด็นใดที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน รวบรวมข้อมูลที่ได้อาจทำในรูปของคลังข้อมูลสำเร็จรูปหรืออาจให้เป็นแหล่งเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้เรียนในการค้นคว้าต่อไปก็ได้

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะที่จำเป็น ผู้สอนควรพัฒนาทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ด้วยการแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่าง (Modeling) หรือการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทักษะที่ผู้เรียนควรได้เรียนรู้จากการเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ

1. การอ่านวิเคราะห์และจับใจความ
2. การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น
3. การจำแนกสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ต่อไป
4. การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
5. ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดแข็งของการออกแบบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
6. การสรุปและนำเสนอข้อมูลจำนวนมากโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การสร้างตาราง การสร้างกราฟหรือแผนภูมิรูปภาพ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายแสดงความคิดเห็น กระบวนการสำคัญของการเรียนรู้จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ การอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งผู้เรียน

จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาก่อนจึงจะสามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จดังที่ได้รับมอบหมายในระหว่างการอภิปรายผู้สอนควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เป็นไปในทางที่เหมาะสมและเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

ขั้นที่ 4 การประเมินผล ในขั้นสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนควรมีโอกาสได้ลงความคิดเห็นตัดสินใจและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจของตนเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา และเนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบหรือทางออกใดที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมด ดังนั้นการประเมินผลมิได้ขึ้นอยู่กับว่าคำตอบของผู้เรียนจะเหมือนหรือแตกต่างจากความเห็นของผู้สอน แต่ผลลัพธ์ที่สำคัญของการเรียนคือ กระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบ คุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุปการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกประเด็นที่นำมาใช้ ดังนั้น (Lewis, 2003) จึงได้ให้ข้อเสนอแนะในการเลือกประเด็นไว้ดังนี้

1. ควรเลือกประเด็นที่เป็นปัจจุบัน เป็นที่สนใจของผู้เรียนและมีผลกระทบต่อผู้เรียน จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการค้นคว้าและอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งถ้าเป็นประเด็นพบได้สื่อสารมวลชนแขนงต่าง ๆ ข่าว สารคดี นิตยสารหรือวารสารทางวิชาการจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

2. ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและจะเป็นประโยชน์มากขึ้นถ้าประเด็นดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย

3. เป็นประเด็นยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจนและข้อมูลที่มีอยู่ และยังทำให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป แต่เป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีและเหมาะสมที่สุดซึ่งได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่

4. เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องหรือผลกระทบในหลายด้าน ได้แก่ ด้านสังคมเศรษฐกิจและการเมือง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความเกี่ยวข้องและผลกระทบของการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชีวิตและสังคม (พินิจ ขำวงษ์, 2551)

Eilks (2010 อ้างอิงมาจาก Sadler, 2011) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นนี้ครูจะเสนอปัญหาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ซึ่งต้องเป็นปัญหาจากประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกิดขึ้นผ่านทางสื่อต่าง ๆ หรือครูอาจใช้กลยุทธ์อื่น ๆ ในการนาเสนอประเด็นหรือปัญหาแก่นักเรียน

2. ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้นำไปเสนอ

3. ขั้นสำรวจประเด็นทางสังคมกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนมุ่งพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเสนอว่าเป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นในสังคมอย่างไร

4. ขั้นแสดงบทบาทสมมุติ นักเรียนได้รับบทบาทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมต่าง ๆ กัน แล้วมาโต้เถียงกันในมุมต่าง ๆ ตามบทบาทที่ตนได้รับ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้วาทีหรือสร้างสื่อต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับประเด็นนั้นเพื่อนำเสนอปัญหา

5. ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ โดยจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และเป็นประเด็นที่ถกเถียงกัน อันเกิดจากความเห็นที่ไม่ตรงกัน เกี่ยวกับแนวความคิด วิธีการหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนำมาเป็นประเด็นทางการเรียนการสอนและเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียน นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์และโทษของบทเรียนนั้น

2. ขั้นตอนการสอนตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านทั้ง ในและต่างประเทศได้ออกแบบขั้นการสอนที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในการสอน ผู้วิจัย รวบรวมไว้ดังนี้

ประสาท เนืองเฉลิม (2558) เสนอแนวทางการสอนตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ โดยครูจะทำหน้าที่หาความรู้ใหม่ที่กำลังเป็นประเด็นโต้ทางความคิดเห็นระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยอาจค้นหาจากอินเตอร์เน็ต วารสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์ หรืออาจนำประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสถานศึกษาหรือชุมชนท้องถิ่น และนักเรียนติดตามข่าวสาร ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ โดยครูนำเสนอประเด็นต่าง ๆ เมื่อมีการค้นคว้า ข้อมูลเพิ่มเติมแล้วจำเป็นที่จะต้องจัดกลุ่มความสำคัญของประเด็นปัญหา เรียงประเด็นที่สำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดเพื่อคัดเลือกและตัดสินใจนำประเด็นที่สำคัญที่สุดมาให้นักเรียนศึกษาวิพากษ์และหาทางออก นักเรียนทำหน้าที่ศึกษาประเด็นที่ครูนำเสนอโดยใช้กระบวนการอ่านวิเคราะห์ การระบุใจความสำคัญของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็น

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา โดยครูจะวิเคราะห์ว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ เดิมอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนผลความเข้าใจของตนเองว่า รู้อะไรและอยากรู้สิ่งใดเพิ่มเติม นักเรียนทำหน้าที่จำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้เพื่อสืบค้นข้อมูลต่อไป โดยตั้งคำถาม ซักถามข้อสงสัย สนทนาและแสดงความเห็น

ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา โดยครูจะวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ครูฝึกหาแนวทางที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดตัดสินใจ นักเรียนจะทำหน้าที่ตีความหมาย เพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เปิดใจกว้าง สร้างมุมมองที่หลากหลายในการค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยกิจกรรมต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และคุณธรรม จริยธรรมที่ต้องการส่งเสริม นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาหลักฐานที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์ การอภิปราย โต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินลงความเห็น หลักเกณฑ์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเงื่อนไขที่จำเป็น และหาสาเหตุของทฤษฎีและการทำนาย

ขั้นที่ 6 ประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการคิดขั้นสูงและมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรมที่แต่ละสังคมยอมรับ นักเรียนทำหน้าที่สรุปกรอบแนวคิด หลักฐานและเหตุผล

Lewis (2003) ได้เสนอกระบวนการสอนและการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน (Preparation) ครูค้นคว้าสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับประเด็นที่จะใช้กับเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร อินเตอร์เน็ต รวบรวมข้อมูลได้จำนวนมากแล้ว ครูสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเป็น กรณีศึกษา (Case studies) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ (Developing skills) ครูควรพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยการแสดงให้นักเรียนเห็นกระบวนการเป็นตัวอย่าง (Modeling the process) เพื่อให้นักเรียน ปฏิบัติตาม หรือครูอาจเพิ่มความซับซ้อนในกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้รับทักษะที่สำคัญจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (1) การอ่านอย่างรอบคอบ จับใจความ (2) การจำแนกความแตกต่างระหว่าง ข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น (3) การจำแนกสิ่งที่รู้

และสิ่งที่ไม่รู้ (4) การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (5) ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์จุดอ่อนของการออกแบบการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (6) การใช้ข้อมูลจำนวนมากในการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การนำอภิปราย (Leading the discussion) นักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้สามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสังคมดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรเตรียมพร้อมที่จะให้คำแนะนำ และชี้แนะแนะนักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย ครูควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ในแบบของตนเอง

ขั้นที่ 4 การประเมินผล (Assessing the outcomes) ครูพัฒนาการประเมินผลตามวัตถุประสงค์และประสบการณ์ตรงของนักเรียนให้เกิดแรงจูงใจเพื่อ และทักษะการวิเคราะห์และเนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมด การสร้างเกณฑ์ในการประเมินนักเรียนจึงช่วยวิเคราะห์คุณภาพของความคิดเห็นความเป็นเหตุ ของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุป ดังนั้น การประเมินผลจึงไม่ขึ้นอยู่กับมุมมองที่เหมือนหรือต่างจากครู แต่ขึ้นกับกระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบและคุณภาพของแหล่งข้อมูล

Feierabend และ Eilks (2010) ได้เสนอขั้นในการสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา (Textual approach and problem analysis) ครูเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นในปัจจุบันจากสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์ หรือจากโทรทัศน์

ขั้นที่ 2 อธิบายเบื้องหลังความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Clarifying the chemistry background in a lab environment) ครูช่วยนักเรียนให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ศึกษาปัญหาจากประเด็นนั้น ๆ อีกครั้ง (Resuming the socio-scientific dimension) เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานแล้วจึง ให้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ก่อนนำมาอภิปราย

ขั้นที่ 4 อภิปราย และประเมินผลมุมมองที่ต่างกัน (Discussing and evaluating different point of view) ให้นักเรียนเรียนรู้ทั้งสองมิติของสังคม และการเกี่ยวข้องกันของวิทยาศาสตร์และสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสังคมระหว่างการอภิปราย โดยอาจมีการสมมติบทบาทเหมือนการจัดรายการพูดคุยในรายการโทรทัศน์ และมีนักข่าวมาสัมภาษณ์ประเด็นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 5 สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Meta-reflection) นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ตลอด ทุกขั้นตอนที่ผ่านมาเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และทั้งที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

Ratcliffe (1997) ได้เสนอรูปแบบขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นสร้างทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูหยิบยกขึ้น

2. ขั้นสร้างเกณฑ์ เป็นขั้นที่นักเรียนพัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้เปรียบเทียบทางเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น ๆ

3. ขั้นค้นหาข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหลักฐานมาใช้ประกอบเกณฑ์การเลือกในการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้ชัดเจน

4. ขั้นสำรวจทางเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจและประเมินข้อดีรวมทั้งข้อจำกัดของทางเลือกที่ถูกพัฒนาขึ้น

5. ขั้นตัดสินใจเลือก เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานที่มี ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

Sadler และคณะ (2017) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ โดยขั้นนี้นักเรียนจะได้เผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งคุณครูได้หยิบยกมานำเสนอในห้องเรียนผ่านทางสื่อต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการสำรวจประเด็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา มองแนวทางการสืบสอบหาความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ขั้นนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ การนำเข้าสู่ใจความสำคัญของเนื้อหา (Engaging with disciplinary core ideas : DCI) การเรียนรู้มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง (Cross cutting concepts : CCC) และการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Science practices : SP) เช่น การรวบรวมและประเมินข้อมูล การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3. ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กิจกรรมที่ได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง โดยการสืบสอบหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ และมาอธิบายและสำรวจว่าวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ อย่างไรบ้าง

4. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมาโดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษาต่าง ๆ

Ratcliffe (1997)	Lewis (2003)	Eilks (2010)	ประสาท เนืองเฉลิม (2558)	Sadler และคณะ (2017)
1. ขั้นสร้างทางเลือก	1. ขั้นการเตรียมตัวก่อนการสอน	1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	1. ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ	1. ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ
2. ขั้นสร้างเกณฑ์	2. ขั้นการพัฒนาทักษะ	2. ขั้นทำให้ชัดเจนโดยใช้วิทยาศาสตร์	2. ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ	2. ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ขั้นค้นหาข้อมูล	3. ขั้นการนำอภิปราย	3. ขั้นสำรวจประเด็นทางสังคมกับวิทยาศาสตร์	3. ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา	3. ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
4. ขั้นสำรวจทางเลือก	4. ขั้นการประเมินผล	4. ขั้นแสดงบทบาทสมมุติ	4. ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา	4. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ
5. ขั้นตัดสินใจ		5. ขั้นกิจกรรมสะท้อนคิด	5. ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้	
			6.ขั้นประเมินผล	

การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของอาจารย์ประสาท เนืองเฉลิม (2558) เสนอแนวทางการสอนตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่ามีขั้นตอน คือ 1) ค้นหาประเด็น 2) จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ 3) วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา 4) วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา 5) จัดประสบการณ์การเรียนรู้ 6) ประเมินผล

3. บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการสอนตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

Zeidler และ Nichols (2009) ได้กล่าวถึงบทบาทของครู และนักเรียนที่มีต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ดังนี้

บทบาทของครู

ครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยให้ความสำคัญกับการโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน ซึ่งคุณครูที่สนใจในการจัดกิจกรรมโดยเน้นการอภิปรายหรือสนทนาต้องมีการส่งเสริมให้มีการใช้ข้อมูลวิจัยหรือข้อมูลปัจจุบันมาสนับสนุนโดยคำถามที่ใช้กระตุ้นต้องนำนักเรียนให้ไปสู่แง่มุมต่าง ๆ ของประเด็นที่ยกขึ้นมาได้

บทบาทของนักเรียน

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มาสู่การปฏิบัติจะต้องมีการทำให้นักเรียนนำเสนอเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรม นักเรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนเองโดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในหลายแง่มุม แต่การปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นอาจจะไม่ได้เกิดทันทีทันใด แต่จะเป็นการใช้หลักฐานมาหักล้างหรือสนับสนุนความเชื่อเดิมของตนเอง ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์สังคมนี้จะนำให้นักเรียนต้องการข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น ต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสร้างข้อโต้แย้งรวมทั้งหาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างเหมาะสม

โดยสรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จะต้องมีการนำนักเรียนให้ได้อภิปรายและนำเสนอเหตุผลในหลากหลายมุมมองและบทบาทของนักเรียนจะต้องเป็นผู้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาส่งเสริมหรือปรับเปลี่ยนระบบความเชื่อของตนที่เกี่ยวข้องประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครูผู้สอน สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สุธีรพันธุ์ สักการ์เวช (2541) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้นหลังจากเรียนหรือการฝึกอบรม

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย (2543) ได้อธิบายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากการสั่งสอนของครูผู้สอน สามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พัชรินทร์ จันทร์หัวโทน (2544) ได้ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้ที่ตอบได้คะแนนมาก คือ ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อยถือว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

นัยนา จันตะเสน (2547) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถหรือระดับสัมฤทธิ์ผลของบุคคลหลังจากการเรียนหรือการฝึกอบรม

รุจาภา ประถมวงษ์ (2551) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลอันเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับ การพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โวลแมน (Wolman, 1973) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จในเรื่องเฉพาะหรือเรื่องทั่วไปหรือระดับของความชำนาญอันเนื่องมาจากได้รับความรู้ทางวิชาการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้นทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยมซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถ ด้านความรู้ความเข้าใจ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับจากการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัดได้ด้วยคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1982) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน สอดคล้องกับการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วยองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัด (Skills) คุณลักษณะของพฤติกรรม (Traits) และองค์ประกอบ (Components) จำแนกองค์ประกอบความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัดและคุณลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกตามความชื่อ เช่น ระดับความรู้ ความสามารถตามแนวคิดของบลูม มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความ สูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความหมาย ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบหรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการ โดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้ หรือตัวเองกำหนดขึ้น

3. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) กล่าวไว้สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียน ในด้านพุทธิพิสัยที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมาสามารถทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การสอบแบบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญานิพนธ์ที่ต้องการวัดความรู้คามเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-Pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Essay Test)

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบ 4 รูปแบบ ดังนี้

1) แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative)

2) แบบจับคู่ (Matching)

3) แบบเติมคำ (Completion)

4) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

4. ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subject or Essay) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก–ผิด (True–False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่การบรรยายแบบข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่คำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ลักษณะทั่วไป คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือกในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดจากตัวลวงอื่น ๆ และคำตอบแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ดังนั้น การที่ผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้นต้องพิจารณาข้อดี ข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้

5. หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบไว้ 13 ข้อ ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปรัศนีย์ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่ หรือข้อความไม่ต่อกันหรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

2. เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือเพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขวสามารถมุ่งความคิดในคำตอบไปถูกทิศทาง

3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่คำถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา แต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. หลักเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธแต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถามและตอบคำถามที่ถามกลับหรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก

5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิดก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุม ชัดเจนขึ้น

6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน

7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมด ผิดหมดทุกข้อ หรือสรุปแน่นอนไม่ได้

9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว แต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหาหรืออาจจะเกิดจากการสร้างตัวลวงไม่รัดกุม จึงมองตัวลวงเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุมได้

10. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือกับคำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญจะนำความเชื่อหรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือก ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ ถ้าเขียนตัวเลือกเพียง 2 ตัว ก็กลายเป็นข้อสอบแบบถูก–ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่ายๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ตัวที่นิยมใช้หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือกระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไปควรใช้ 5 ตัวเลือก

13. อย่าแนะคำตอบ ซึ่งการแนะคำตอบมีหลายกรณี ดังนี้

13.1 คำถามข้อหลัง ๆ แนะคำตอบข้อแรก ๆ

13.2 ถามเรื่องที่ผู้เรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภทคำพังเพย สุภาษิต คติพจน์หรือคำเตือนใจ

13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัด เพราะนักเรียนที่ไม่มีความรู้ก็อาจจะเดาได้ถูก

13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลวงถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

13.6 คำตอบไม่กระจาย

จากหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบครูผู้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำเป็นต้องยึดหลักเกณฑ์ทั้ง 13 ข้อ เพื่อให้ได้ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคุณภาพและต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อสอบที่ดีด้วย ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ค่าอำนาจจำแนกและความยากง่าย

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปนั้นเป็นความจริง โดยการให้เหตุผลจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นหลักฐานหรือเหตุผล และส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งเป็นผลหรือสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริงเพื่อยืนยันสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างนั้น

Walton (1990) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลเป็นการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Premise) เพื่อสนับสนุนสมมติฐานซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น และมีกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป โดยสรุปการให้เหตุผล คือการอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุป โดยประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อกล่าวอ้างมีหลักฐานหรือเหตุผลประกอบ และส่วนที่เป็นข้อสรุปเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้น ๆ

2. ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

Klahr และ Dunbar (1988) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ใหม่ จากหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้าทดลองในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์

Friedler, Nachmias และ Linn (1990) กล่าววา “การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ นำไปใช้เพื่อทำนายผลสถานการณ์อื่นๆต่อไป”

Frank (2005) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตและระบุปัญหาการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การสร้างสมมติฐาน การทดลอง การตีความ การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการประเมินเชิงวิพากษ์

Giere (1991) ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตัวอย่างนั้น ๆ

Zimmerman (2005) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลซึ่งเกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การทดลอง การประเมินหลักฐาน การอนุมาน และการโต้แย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์หรือส่งเสริมความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์

Schen (2007) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยมีหลักฐาน ซึ่งอาจเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัยหรือนิรนัย

Shuttleworth (2008) ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัยเชิงตรรกะทางวิทยาศาสตร์

Zeineddin และ Abd-El-Khalick (2010) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าหาสาเหตุจนกระทั่งอนุมานไปถึงข้อสรุป โดยให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยสรุปการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า การสำรวจตรวจสอบ หรือการปฏิบัติการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Moshman (2011) ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดอย่างมีเหตุมีผล นำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุมีผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐาน นำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด วิธีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่แล้ว โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่

จากการศึกษาความหมายของให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) หมายถึง การคิดของบุคคลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบหรือทำการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้

สรุปการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้ข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระบุเหตุผลนั้น บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

Holyoak และ Morrison (2005) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการในการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการตั้งสมมติฐานจากข้อมูลหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป แล้วทาการทดสอบสมมติฐานจนได้ข้อสรุป 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลโดยใช้การสังเกตจนได้ความรู้ที่จำเพาะแล้วมีการทดสอบผล จนกระทั่งเป็นกฎเกณฑ์ที่นำไปสู่ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Hausmanna และ Schroder (2015) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) คือการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง ซึ่งข้อสรุปนั้นจะเป็นเท็จไม่ได้ 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลที่มีข้ออ้างจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างอาจไม่ได้สนับสนุนข้อสรุปทั้งหมด ดังนั้นข้อสรุปจึงอาจเป็นเท็จได้

Lawson (2010) จำแนกประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ได้แก่

1. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัย (Adductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสรุปเปรียบเทียบสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานนั้น

2. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย (Retroductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัยก่อน แล้วจึงมีการอนุมานเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปสุดท้าย

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคต โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ความรู้ในเรื่องที่มีความจำเพาะ

4. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ที่มีความจำเพาะไปสู่ความรู้ทั่วไปโดยสรุป

Stiggins (1997 อ้างอิงมาจาก สิรินทรา มินทะขัติ, 2556) ได้แบ่งการให้เหตุผลหลัก ๆ ออกเป็น 3 แบบ โดยอธิบายไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้น ๆ เป็นการศึกษาลงลึกในส่วนย่อยเมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้งก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการ

แก้ปัญหา ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่าสิ่งนั้น ๆ มีอะไรที่เหมือนกันหรือต่างกัน ในบางโอกาสที่เราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนหรือต่างกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่าอย่างไรที่ถือว่าเหมือนหรือต่างกันก่อนที่จะทำ การเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการใช้เหตุผลประเมินเมื่อเราตัดสินคุณค่าหรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผล อาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน

Greenes และ Findell (1999 อ้างอิงมาจาก สิรินทรา มินทะขัติ, 2556) ได้จำแนกการให้เหตุผลออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เริ่มต้นด้วยประโยคหรือเหตุใหญ่ในรูปทั่วไป เพื่อนำไปสู่การสรุปในกรณีเฉพาะ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงการให้เหตุผลเชิงนิรนัยนี้ได้ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาที่สร้างข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ ทั้งที่อยู่ในรูปของคำพูด ไดอะแกรม กราฟ หรือตาราง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณี โดยระบุความสัมพันธ์จากกรณีย่อย ๆ เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปที่อยู่ในรูปทั่วไปของความสัมพันธ์ดังกล่าว

ภคพร อิสระ (2557) ได้ให้ข้อสรุปว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือการโต้แย้งที่ใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎและหลักฐานเพื่อลงข้อสรุป นั่นคือการบวนการคิกจากความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่แทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ นั่นคือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น นักวิชาการและนักศึกษาศาสตร์ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันเป็น 2 แบบ ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย และ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย หมายถึง กระบวนการคิดที่เชื่อมโยงความรู้ทั่วไปที่ได้จากข้อมูลการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม โดยใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎีหรือกฎ เพื่ออธิบายและลงข้อสรุปของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเฉพาะหน่วย

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย หมายถึง กระบวนการคิดที่เชื่อมโยงหาข้อสรุปที่อ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

4. การวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

Lawson’s Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) (Lawson and Worsnop, 1992) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยแบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น (Two-tier diagnostic test) เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินนักเรียน เนื่องจากประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าข้อสอบแบบหลายตัวเลือก ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการวัดความมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสามารถนำมาใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ได้ แต่ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนได้โดยตรง Treagust (1988) แบบสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้นจะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบ เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา และส่วนที่สองจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบในส่วนแรก โดยการประเมินเช่นนี้จะเป็นการประเมินเพื่อวัดความเข้าใจมากกว่าความรู้ความจำ นักการศึกษาจึงมักใช้แบบสอบการให้เหตุผลของ Lawson โดยในปีคริสต์ศักราช 2000 ในการทดสอบจะมีการให้คะแนนแบบจับคู่ ซึ่งหากนักเรียนตอบถูกทั้งสองข้อที่คู่กันก็จะได้รับ 1 คะแนน โดยข้อที่คู่กันนั้นจะเป็นข้อสรุป และเหตุผลสนับสนุนข้อสรุปนั้น

แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554)

1. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาแล้วถามคำถาม โดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

โครงการ PISA เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกรอบการประเมินได้มีการวัด และประเมินการใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ PISA ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมิน โดยข้อสอบจะกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่เป็นข้อความ

หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ และในแต่ละสถานการณ์อาจมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ ลักษณะข้อสอบนั้นมี 4 ชนิด คือ

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

5. องค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า สำรวจตรวจสอบหรือการปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับโมเดลการโต้แย้งของ Toulmin ซึ่งใช้ในการโต้แย้งและการแสดงเหตุผลอย่างเป็นระบบ (Simon, 2008) ซึ่งมีองค์ประกอบการโต้แย้งที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอ้างข้อสรุปเป็นการระบุข้อความในการยืนยันข้อสรุป2)การระบุข้อมูลและหลักฐาน เป็นการระบุหลักฐานข้อเท็จจริง ในการสนับสนุนข้อสรุป3) การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการอ้างข้อสรุปกับข้อมูลหลักฐานอย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้กฎ ทฤษฎี หรือข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุน

ตาราง 2 นิยามองค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

นิยาม	องค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบการโต้แย้งของ Toulmin
ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. การอ้างข้อสรุป
	2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	2. การระบุข้อมูลและหลักฐาน
	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป	3. การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จิรัชญา คิดเห็น (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์ ที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.45/89.55 และ 82.58/88.35 ค่าดัชนีประสิทธิผลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เท่ากับ 0.7208 และ 0.6941 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิภา อาสิงสมานันท์ (2559) ได้พัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และ 2) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ต่อการ

พัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ประกอบด้วยการจำลองดีเอ็นเอ การถอดรหัส รหัสพันธุกรรม การแปลรหัส มิวเทชัน เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ปีการศึกษา 2558 จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัย 24 คน ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนคิด โดยนำมาวิเคราะห์เนื้อหาและเก็บข้อมูลผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยบันทึกการเรียนรู้และหลังเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชนิดคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ นำมาจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แสดงระดับความเข้าใจมโนทัศน์ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ใกล้ตัวนักเรียน และเป็นปัจจุบัน สื่อการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และนำเสนอข้อมูลทั้ง ด้านบวกและลบ ขั้นสำรวจความรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจาก แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อถือได้ ขั้นโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ครูต้องเปลี่ยนบทบาท เป็นผู้ให้คำแนะนำ และใช้คำถามที่นักเรียนได้แสดงความเข้าใจและเหตุผล และขั้นสรุปการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเขียนสรุปมโนทัศน์หลังจบกิจกรรม และมโนทัศน์ที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด คือ การถอดรหัส และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความเข้าใจสมบูรณ์มากที่สุด คือ เทคโนโลยีชีวภาพ (ร้อยละ 85.42) ส่วนมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ การแปลรหัส (ร้อยละ 11.11)

สุรศักดิ์ เฟวท์ (2559) ทำการวิจัยกึ่งทดลอง เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้ง และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจุดประสงค์ คือ (1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ โต้แย้งของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่ ใช้การสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป (3) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังเรียนด้วยการสอนตามแนว ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (4) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างกลุ่มที่สอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยา สูงกว่าก่อนทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิไลวรรณ ทรงศิลป์ และชาตรี ฝ่ายคำตา (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นคำถามปลายเปิดโดยใช้สถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ มีองค์ประกอบการโต้แย้ง 5 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุน เหตุผล ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียนแบบรายข้อ โดยอ่านคำตอบและการอธิบายเหตุผลในแต่ละประเด็นจากข้อคำถามย่อย จากนั้นตีความข้อความ โดยพิจารณาร่วมกับเกณฑ์การประเมินคุณภาพการโต้แย้งตามองค์ประกอบทักษะการโต้แย้ง ในการจัดระดับทักษะการโต้แย้ง คือ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมจากทุกสถานการณ์อยู่ในระดับพอใช้ และผู้เรียนส่วนใหญ่มีการแสดงข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในระดับดี แต่ยังขาดทักษะในการหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ ทักษะการให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

ศรัญญา เปลรินทร์ (2560) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบของ Lin และ Mintzes และการเรียนแบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยส่วนรวมและจำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และรูปแบบการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 63 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน เรียนโดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบของ Lin และMintzes และกลุ่มที่ 2 จำนวน 33 คน เรียนโดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ 3 เรื่อง คือการปลูกถ่ายอวัยวะ พลังงานนิวเคลียร์ และ Facebook : สื่อสังคมออนไลน์ ใช้เวลาสอน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ 2) แบบทดสอบความสามารถการโต้แย้ง 3) แบบทดสอบการวัดการคิดวิเคราะห์ การทดสอบ

สมมติฐานใช้ Paired t-test และ F-test (one-way ANCOVA Two-way MANOVA และ ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบของ Lin และ Mintzes และการเรียนแบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นมีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบครั้งที่ 1-4 และมีการคิดวิเคราะห์โดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 3 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p < .001$) นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีเฉพาะความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมและเป็นรายด้านมากกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ($p < .001$)ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยแบบผสมผสานตามรูปแบบของ Lin และ Mintzes และแบบผสมผสานตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้านทั้ง 3 ด้าน ไม่แตกต่างกัน ($p = .760$) นอกจากนี้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนและรูปแบบการเรียนต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์โดยรวมและรายด้าน ($p \geq .026$)

พิชญา ศิลาม่อม (2561) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานกับกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ กรุงเทพมหานคร ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงและดำเนินการเลือก 2 ห้องเรียน จากนั้นทำการสุ่มห้องเรียนได้กลุ่มทดลองจำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ใช้เวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิลาวัลย์ เทพจักร (2561) ได้พัฒนาทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและผลการส่งเสริมทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนที่ส่งเสริมวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 33 คน เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีววิทยาและผู้วิจัย 3) แบบวัดทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและ 4) ใบงาน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้และข้อมูลเชิงปริมาณวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบวัดทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพและใบงาน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางจัดกิจกรรมในขั้นการเตรียมการ ครูควรเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งด้านบวกและด้านลบ ขั้นพัฒนาทักษะ ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปจากข้อมูลจำนวนมาก ขั้นการอภิปราย ครูต้องเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประเด็นที่ศึกษาผ่านการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการสะท้อนคิด และขั้นประเมิน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงการตัดสินใจตามข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้ง และนักเรียนมีค่าเฉลี่ยทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพหลังเรียนที่ 3.70 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนที่ 3.00 อยู่ในระดับพอใช้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพจากใบงานระหว่างเรียนของนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ย 3.6 อยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ชนัญธิดา สุริโย (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีสมเด็จพิมพ์พัฒนาวิทยา ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.70 /76.16 นักเรียนที่เรียน

ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลแบบสมมตินัยสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.5 รองลงมาคือ ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย คิดเป็นร้อยละ 75.78 ด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 71.09 และด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย คิดเป็นร้อยละ 71.09 ตามลาดับและ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.91, S.D. = 0.29)

สิรินทรา มินทะขัติ (2556) ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 20 คาบละ 50 นาที แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ t-test for Dependent Sample และค่าสถิติ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภคพร อิสระ (2557) ได้ทำวิจัย เรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบ ได้ผลการวิจัยคือ (1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 (2) นักเรียนกลุ่มที่

เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ และคณะ (2558) ได้ทำการวิจัย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 4 แผน วิชาเคมีพื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะไอออนิก และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรัณย์ อัมระนันท์ (2558) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน 3) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 4) เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง หลังเรียนกับก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ การทดสอบค่าทีผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วราพร รัศมีจาตุรงค์ (2561) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง กรด-เบส โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยมีตัวอย่างจำนวน 45 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ถูกเลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส จำนวน 5 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น 13 คาบเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติงาน ได้แก่ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยง แบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผล การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกิจกรรมที่ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อคิดเป็นพัฒนาการเฉลี่ยสูงขึ้น 0.48

3. งานวิจัยต่างประเทศ

Sadler และคณะ (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง วิวัฒนาการของรูปแบบการสอนและการเรียนรู้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนและการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายในบริบทของโรงเรียน

แต่การออกแบบมีเครื่องมือที่สนับสนุนการสอนวิธีนี้มีอยู่อย่างจำกัด ผลการวิจัยและข้อมูลเชิงลึกการออกแบบโมเดล ในบทความนี้อธิบายถึงการสร้างและวิวัฒนาการของแบบจำลองสำหรับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม -TL ซึ่งเน้นลำดับของประสบการณ์การเรียนรู้ และประเภทของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ควรเกิดขึ้น ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนควรรวมถึงการเผชิญหน้ากับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่มุ่งเน้น มีส่วนร่วมในการปฏิบัติวิทยาศาสตร์ ความคิดหลักทางวินัยการใช้เหตุผลทางสังคมและวิทยาศาสตร์ และสังเคราะห์ความคิดและวิธีปฏิบัติที่สำคัญผ่านการฝึกปฏิบัติขั้นสูงสุด วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่นำเสนอสอดคล้องกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่และสะท้อนมิติทางสังคมที่สำคัญของ SSI

Altan และคณะ (2018) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์เป็นบริบทสำหรับการศึกษาต้นกำเนิด: การวิจัยกรณีศึกษากับครูวิทยาศาสตร์ก่อนการให้บริการ ซึ่งการศึกษานี้ถูกออกแบบมาเป็นกรณีศึกษา ผู้เข้าร่วมการวิจัยคือครูวิทยาศาสตร์เตรียมความพร้อมระดับสูง จำนวน 12 คน ซึ่งใช้หลักสูตรภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการศึกษา STEM และปัญหาสังคม-วิทยาศาสตร์ (SSIs) ระหว่างการศึกษาที่มหาวิทยาลัยของรัฐ สำหรับการศึกษาในช่วง 4 สัปดาห์แรกมีการดำเนินการหลักสูตรเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและ STEM หลังจากนั้นขอให้ครูวิทยาศาสตร์ก่อนการให้บริการเลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและกำหนดค่าปัญหานี้เป็นคำสั่งปัญหาเพื่อดำเนินกิจกรรม STEM ผู้เข้าร่วมได้รับทั้งหมด 3 สัปดาห์เพื่อกำหนดปัญหาและเตรียมกิจกรรม STEM และนักวิจัยของการศึกษาให้ข้อเสนอแนะอย่างเป็นระบบในช่วงเวลานี้ จากนั้นเริ่มจากสัปดาห์ที่ห้าของการศึกษากลุ่มเริ่มดำเนินกิจกรรม STEM ของพวกเขาในชั้นเรียนซึ่งเพื่อนของพวกเขาได้รับมอบหมายให้เป็นนักเรียน แผนกิจกรรมที่เตรียมไว้บันทึกภาคสนามที่นักวิจัยนำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ก่อนการให้บริการ เกี่ยวกับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ในการศึกษา STEM เป็นแหล่งข้อมูลของการศึกษา ผลการวิจัยพบว่าครูวิทยาศาสตร์ก่อนการให้บริการมีปัญหา STEM มากกว่า การใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เพราะมันมีคุณสมบัติเช่นความสอดคล้องกับชีวิตจริงมีหลายเกณฑ์และให้ความเข้ากันได้กับสาขาวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้หลังจากฝึกปฏิบัติพวกเขาชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมเปิดใช้งานทั้งการสอนโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม และการสอนแบบบูรณาการที่จะดำเนินการ โดยสรุปจะแนะนำให้ใช้สถานการณ์ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์เพื่อทำการศึกษาต้นกำเนิด

Bayram-Jacobs และ Henze (2018) ได้วิจัยความรู้เนื้อหาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ การพัฒนาระหว่างการออกกฎหมายของสังคมวิทยาเอกสารประกอบหลักสูตร จุดประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อให้ข้อมูลเชิงลึกในระยะสั้นความเป็นมืออาชีพของครูเกี่ยวกับการสอนปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับสังคม (SSI) และเพื่อรวบรวมการพัฒนาเนื้อหาการสอนความรู้

ของครูวิทยาศาสตร์ (PCK) สำหรับการสอนโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม การศึกษายังสำรวจตัวชี้วัดของการพัฒนาที่แข็งแกร่งและอ่อนแอของPCK สำหรับการสอน SSI ของครู 30 คน จากสี่ประเทศ (ไซปรัสอิสราเอลนอร์เวย์และสเปน) ใช้โมดูลเดียว(บทเรียน 30-60 นาที) ของวัสดุ SSI รวบรวมข้อมูลผ่าน: (a) แบบฟอร์มการเตรียมบทเรียน (PCK- ก่อน)(b) แบบฟอร์มการสะท้อนบทเรียน (PCK-after), (c) การสังเกตบทเรียนตาราง (PCK-in-action) การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปตามโมเดล PCK ของ Magnusson, Krajcik และ Borko (1999) การพัฒนาที่แข็งแกร่งของ PCK สำหรับการสอน SSI รวมถึง“ การเชื่อมต่อที่แข็งแกร่งระหว่าง PCK องค์ประกอบ "" การทำความเข้าใจกับปัญหาของนักเรียนใน SSIการเรียนรู้”“ เสนอแนะกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสม”และ“ มุ่งเน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์และทักษะ SSI อย่างเท่าเทียมกัน”การค้นพบของเราชี้ไปที่ความสำคัญของแง่มุมเหล่านี้ของ PCK การพัฒนาสำหรับการสอน SSI เรายืนยันว่าเมื่อมืออาชีพโปรแกรมการพัฒนาและวัสดุหลักสูตรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาด้านเหล่านี้พวกเขาจะมีส่วนร่วมที่แข็งแกร่งการพัฒนา PCK สำหรับการสอน SSI ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาองค์ประกอบของ PCK สำหรับ SSI นั้นหลักฐานที่น่าสนใจที่ครูวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้แง่มุมของ PCK สำหรับ SSI ด้วยการใช้โมดูลเดียวครูส่วนใหญ่พัฒนาความรู้เกี่ยวกับนักเรียนความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และกลยุทธ์การสอนการรับรู้ปัญหาของนักเรียนทำให้ครูพิจารณากลยุทธ์การสอนเฉพาะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้มีการเชื่อมโยงที่เห็นได้ชัดระหว่างการพัฒนา PCK ในกลยุทธ์การสอนและนักเรียน ความเข้าใจวิทยาศาสตร์สำหรับการสอน SSI

Hewitt และคณะ (2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชีววิทยาเบื้องต้นในบริบททางสังคม : ผลของการปฏิบัติการตามประเด็นปัญหาหลักสูตรแรงจูงใจนักศึกษาชีววิทยา จากการตรวจสอบผลกระทบของหลักสูตรห้องปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นโดยใช้จิตวิทยาสังคมประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม การใช้ทฤษฎีการตัดสินใจด้วยตนเองและการสร้างแบบจำลองเชิงเส้น เชิงลำดับชั้น กลุ่มการใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับสังคมพบว่า มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในแรงจูงใจสำหรับการมีส่วนร่วมในงานห้องปฏิบัติการที่สัมพันธ์กับแรงจูงใจของการควบคุมกลุ่ม นอกจากนี้กลุ่มการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม แสดงระดับแรงจูงใจที่สูงขึ้นในการมีส่วนร่วมในงานห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแรงจูงใจมีแรงจูงใจลดลงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลักสูตรซึ่งอาจนำไปสู่ความสำเร็จและแรงจูงใจของนักเรียนมากขึ้น ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่าแรงจูงใจที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่สัมพันธ์กับกลุ่มควบคุมนั้นเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของนักเรียน

Suranto และคณะ (2019) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาพร้อมกับหัวข้อประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์เพื่อปิดช่องว่างในทักษะการโต้แย้ง การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อดูประสิทธิผลของรูปแบบ PBLร่วมกับหัวข้อประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับสังคม

เพื่อเสริมสร้างทักษะการโต้แย้งสำหรับนักเรียนที่มีคะแนนสูงและต่ำ ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มควบคุมที่ใช้รูปแบบการสอนทั่วไปและกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบ PBL เครื่องมือที่ใช้ในการรับข้อมูลทักษะการโต้แย้งคือ การทดสอบเรียงความ ผลการวิจัยพบว่าการใช้รูปแบบการสอน PBL มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการปรับปรุงทักษะการถกเถียงของนักเรียนมากกว่ารูปแบบทั่วไปและรูปแบบ PBL สามารถลดช่องว่างทักษะการโต้แย้งในนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำได้

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสร้างความคงทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และการคิดเชิงเหตุผลหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ สามารถทำให้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้แสดงความคิดเห็นที่มีเหตุผลโดยนำเสนอข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ตามความสามารถของตนเอง จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่ทำการสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ และเพื่อนำกิจกรรมการสอนนี้ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา รายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ ได้ดังภาพประกอบ 1

ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 6 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ
2) ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ
3) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา
4) ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา
5) ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้
6) ขั้นประเมินผล

การเรียนรู้แบบปกติ

มีรูปแบบการเรียนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
4) ขั้นขยายความรู้ (Expansion)
5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

→

ตัวแปรตาม

1. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จำนวน 14 ห้องเรียน นักเรียน จำนวน 582 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 90 คน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ที่สอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ใช้การสอนแบบปกติ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกเป็น

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 แผนรวม 12 ชั่วโมง

1.2 แผนการจัดการเรียนแบบปกติ(5E) จำนวน 8 แผน รวม 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสอน โดยผู้วิจัยเลือกรูปแบบของประสาท เนืองเฉลิม (2558) ซึ่งสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 6 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ 2) ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ 3) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา 4) ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา 5) ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ 6) ขั้นประเมินผลจากนั้นจึงดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษาเอกสาร ตาราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อนำมาวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.2 จัดเนื้อหาและคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสาระที่กำหนดเพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรายประเด็น

ตาราง 3 กรอบแนวคิดในการเตรียมแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนกิจกรรม	วิธีสอน/ เทคนิคการสอน	กระบวนการจัดการเรียนรู้
1) ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ	บรรยาย ถามตอบ อภิปราย	1. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ โดยให้ผู้เรียนชมภาพเหตุการณ์จากภาพนิ่ง/ภาพ VCD หรือเล่าเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน 2. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ศึกษาข้อมูลเพื่อร่วมกันระบุปัญหา จากเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันที่ครูกำหนดให้ในข้อ 1
2) ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ	บรรยาย อภิปราย แบบนิรนัย	ครูนำเสนอประเด็นต่าง ๆ เมื่อมีการค้นคว้า ข้อมูลเพิ่มเติมแล้วจำเป็นที่จะต้องจัดกลุ่มความสำคัญของประเด็นปัญหา เรียงประเด็นที่สำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดเพื่อคัดเลือกและตัดสินใจนำประเด็นที่สำคัญที่สุดมาให้นักเรียนศึก วิพากษ์และหาทางออก นักเรียนทำหน้าที่ศึกษาประเด็นที่ครูนำเสนอโดยใช้กระบวนการอ่านวิเคราะห์ การระบุใจความสำคัญของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็น
3) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา	บรรยาย อภิปราย	ครูจะวิเคราะห์ว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจเดิมอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียน ฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนผลความเข้าใจของตนเองว่า รู้อะไรและอยากรู้สิ่งใดเพิ่มเติม นักเรียนทำหน้าที่จำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้เพื่อสืบค้นข้อมูลต่อไป โดยตั้งคำถาม ซักถามข้อสงสัย สนทนาและแสดงความเห็น

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนกิจกรรม	วิธีสอน/ เทคนิคการสอน	กระบวนการจัดการเรียนรู้
4) ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา	อภิปราย แบบนิรนัย	ครูจะวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับ ซึ่งทำให้ครูฝึกหาแนวทางที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดตัดสินใจ นักเรียนจะทำหน้าที่ตีความหมาย เพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เปิดใจกว้าง สร้างมุมมองที่หลากหลายในการค้นหาข้อมูล
5) ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้	อภิปราย	ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยกิจกรรมต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงและคุณธรรมจริยธรรมที่ต้องการส่งเสริม นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาหลักฐานที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์ การอภิปราย โต้แย้งแสดงความคิดเห็นและการตัดสินลงความเห็นหลักเกณฑ์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเงื่อนไขที่จำเป็น และหาสาเหตุของทฤษฎีและการทำนาย
6) ขั้นประเมินผล	อภิปราย แบบอุปนัย	ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ทั้งนี้ต้อง ประกอบด้วยหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการคิดขั้นสูงและมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบกับการพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ควบคู่ไปกับคุณธรรมจริยธรรมที่แต่ละสังคมยอมรับ นักเรียนทำหน้าที่สรุปกรอบแนวคิดหลักฐานและเหตุผล

พหุน ปณฺฑิตา ชีเว

ตาราง 4 กรอบแนวคิดในการเตรียมแผนจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขั้นตอนกิจกรรม	วิธีสอน/เทคนิคการสอน	กระบวนการจัดการเรียนรู้
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)	ถามตอบ แบบอุปนัย	1. นักเรียนชมวิดีทัศน์เกี่ยวกับพืชจีเอ็มโอ จากนั้นให้นักเรียนร่วมตั้งคำถาม/ข้อสงสัย
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)	อภิปราย บรรยาย	2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มโดยคละความสามารถ 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ และร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นของตนให้เพื่อนในกลุ่มฟังว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นปัญหา
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)	อภิปราย	4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอข้อมูลความรู้ของกลุ่มหน้าชั้นเรียน 5. นักเรียนช่วยกันอธิบายเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ได้ศึกษาพร้อมร่วมแสดงความคิดเห็นโดยครูผู้สอนอาจถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนคิดและชักนำนักเรียนให้อยู่ในกรอบการเรียนรู้
4) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase)	อภิปราย ถามตอบ	6. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มใหญ่ คือกลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยออกเป็น 2 ฝ่ายให้นักเรียนอ่านบทความจากใบความรู้ 7. ครูบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพืชจีเอ็มโอ และให้นักเรียนแต่ละฝ่ายร่วมกันแสดงความคิดเห็นในคำถามที่ตั้งไว้ในเบื้องต้น โดยครูช่วยเสริมเนื้อหาที่ยังไม่สมบูรณ์
5) ขั้นประเมิน (Evaluation)	ถามตอบ	8. นำข้อสรุปจากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนทั้งสองฝ่ายมาให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากบทเรียนโดยการตอบคำถาม

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์เนื้อหา

หัวข้อ	เนื้อหา	ประเด็นที่เกี่ยวข้อง	จำนวนคาบ (เวลา)
1	พันธุวิศวกรรม	GMO ความก้าวหน้าทางพันธุวิศวกรรม	2
2	สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และโทษของสิ่งมีชีวิตดัดแปร	1
3	การโคลนยีน	การโคลนนิ่ง	2
4	**การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์**	การตรวจหาแบคทีเรียโดยเทคนิค PCR และหาขนาดดีเอ็นเอ	1
5	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ (1)	ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม	2
6	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ (2)	ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม	1
7	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ (3)	ด้านนิติวิทยาศาสตร์	2
8	เทคโนโลยีดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม	ความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม	1
	รวม		**12**

1.1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อแนะนำไว้

1.1.4 นำแผนการจัดการเรียนการรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีประสบการณ์การสอน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตร แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล และความเหมาะสมของเวลา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีรายนาม ดังนี้

1) นางพิสมัย พงษ์ศรีลา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและเนื้อหา

2) นางรดา สินธุศิริ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและเนื้อหา

3) ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนถนนหักพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การวิจัย และการวัดประเมินผล

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา ผาระนัด อาจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การวิจัย และการวัด ประเมินผล

5) นายเทวินทร์ เวหุวนารักษ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนห้วยเม็กวิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการวัดผล ประเมินผล

1.1.5 สร้างแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ซึ่งให้คะแนน 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 5.00 จึงถือว่าเป็นแผนการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) คือ

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

ให้แบบประเมินอยู่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 5.00 ซึ่งหมายถึง แผนการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับ 4.51 ถือว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด และค่าเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ระดับ 4.25 ถือว่ามีความเหมาะสมมาก

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 และ 4/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน 90 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสื่อความหมาย และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำการเขียนขั้นตอนในแผนที่เน้นใช้สื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ และกิจกรรมในแผนที่กระตุ้นการใช้ทักษะ ให้ผู้เรียนฝึกการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นฉบับปรับปรุงใหม่ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545) และศึกษารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์, 2560)

2.3 วิเคราะห์มาตรฐานและผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลางหน่วยการเรียนรู้เพื่อกำหนดสาระสำคัญที่ต้องการวัดและจำนวนข้อของแบบทดสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ต้องการแบบทดสอบจริง จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย							
		รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	สร้าง	ต้องการ
พันธุวิศวกรรม	1. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์		4(3)					10	7
	2. อธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR		3(2)						
	3. เขียนกระบวนการ การทำเทคนิควิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมเป็นขั้นตอน	3(2)							

ตาราง 6 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย							
		รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	สร้าง	ต้องการ
การโคลนยีน	1. อธิบายหลักการตัด DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ 2. เขียนกระบวนการเทคนิคการโคลนยีน	6(5)		4(3)				10	8
การหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	อธิบายการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิส		4(3)					4	3
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	1. ยกตัวอย่าง และอธิบายการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ การวินิจฉัยหรือการตรวจกรองโรค และการรักษา 2. ยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสำหรับการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม 3. อธิบายการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการใช้ประโยชน์ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ STR		3(2)	4(3)	3(2)			10	7

ตาราง 6 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย							
		รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	สร้าง	ต้องการ
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม	1. อภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ และชีวจริยธรรมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 2. อภิปรายแนวทางในการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ประโยชน์โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อสังคม อธิบายความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล	3(3)			3(2)			6	5
	รวม							40	30

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

2.6 นำแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60-1.00 ไว้ใช้ทั้งหมด 30 ข้อ ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 และ 4/5 จำนวน 90 คน นักเรียนดังกล่าวข้างต้นเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8 ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์แบบทดสอบทั้งฉบับ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เหลือ 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551) โดยหาค่าความยากง่าย (p) ได้ค่าเท่ากับ 0.41-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.36-0.76 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 (ภาคผนวก ข)

2.9 จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 90 ชุด เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำหลักการและวิธีการ มาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ จำนวน 12 ข้อ และเลือกไว้ใช้จริง 8 ข้อ

ตาราง 7 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

หัวข้อประเด็นจากบทความ	จำนวนข้อที่สร้าง	ใช้จริง	ข้อที่	หัวข้อประเด็นจากบทความที่ใช้จริง
บทความประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	12	8	1	ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม
			2	การโคลนแกะดอลลี่
			3	แซลมอนดัดแปรพันธุกรรม
			4	ยีนบำบัด
			5	สิทธิบัตรยีน
			6	การคัดเลือกเพศมนุษย์
			7	อวัยวะใสในมนุษย์
			8	การพิสูจน์บุคคลด้วยเหงื่อ
	รวม			8 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน ตรวจสอบ เพื่อประเมินความเที่ยงตรงโดยให้ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3.5 ปรับปรุง แก้ไข แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (หาคุณภาพทดลองใช้) ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ไว้ใช้ ซึ่งวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องที่ได้อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

3.7 นำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนห้อง 4/4 และ 4/5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น

3.8 ตรวจและวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับแล้ว คัดเลือกแบบทดสอบให้เหลือ 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ด้วยการตรวจสอบความยาก(P) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งหาค่าความยากง่ายได้อยู่ในช่วง 0.41-0.71 มีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.25-0.67

3.9 จัดทำแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 90 ชุด เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. “การรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบเป็น GMOs แล้วทำให้ร่างกายเปลี่ยนไป หรือพันธุกรรมของคนเปลี่ยนไป เพราะมีการเปรียบเปรยว่า อาหาร GMOs เป็นอาหารที่มีการตัดต่อพันธุกรรม เปรียบเสมือนอาหารผีดิบ ”

นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นพร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

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

2. สำนักข่าวต่างประเทศรายงานว่า “ซ่วง ซ่วง” และ “หัว หัว” เป็นลิงแสมที่เกิดจากการโคลนนิ่งออกมา จนมีหน้าตาเหมือนกัน โดยลิงสองตัวนี้เป็นลิงไพรเมต (Primate) คู่แรก ที่ถูกโคลนจากเซลล์พิเศษในตัวอ่อน ผ่านกรรมวิธีการถ่ายโอนนิวเคลียร์ของเซลล์โซมาติก หรือ Somatic cell nuclear transfer (SCNT) (คือการตัดต่อ gene หรือ DNA ของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการ แล้วนำเข้าสู่ cell ของผู้ให้อาศัย (host cell)เพื่อใช้เป็นตัวเพิ่มปริมาณของ gene หรือ DNA นั้นๆ) และหากวิธีการดังกล่าวเปิดทางสู่การโคลนนิ่งมนุษย์

นักเรียนเห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์หรือไม่ เพราะเหตุใด ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

ตาราง 8 เกณฑ์การประเมินแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (3 คะแนน)	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดบางส่วน	นักเรียนไม่ได้ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงเลย หรือข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความสอดคล้องหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 8 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป (2 คะแนน)		หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Two-group Pretest-Posttest (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539) ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มทดลอง 1	X_1	T
กลุ่มทดลอง 2	X_2	T

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้แบบปกติ (5E)

T แทน การทดสอบความรู้หลังทำการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับแบบปกติ

2. เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบแล้ว ทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อีกครั้ง

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2. เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตร t-test แบบ Independent Samples ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าร้อยละ (Percentage)

หาค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน จำนวนของสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ

n แทน จำนวนเต็มของสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ

1.2 หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้คำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) มีสูตรการคำนวณดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

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

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากของแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Lovett (Lovett method) โดยใช้โปรแกรม spss โดยใช้สูตร KR–20 ซึ่งมีสูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

$$r_t = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_t คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนผู้เรียน

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนก B ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}} \quad \text{หรือ} \quad \frac{R_u - R_l}{N_u \text{ หรือ } N_l}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_u คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_l คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

N_u คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่ง

N_l คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพดี
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพใช้ไม่ได้

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและแบบปกติ โดยใช้ t-test Independent

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^{\,2} + (n_2 - 1)S_2^{\,2}}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที t – Distribution

X_1 แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

X_2 แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 1

S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 2

3.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและแบบปกติ โดยใช้ t-test Independent

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณา t-distribution

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างกัน ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบ		n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	รูปแบบการเรียน SSI หลังเรียน	45	23.64	2.31	1.531	0.129
	รูปแบบการเรียนปกติ หลังเรียน	45	22.98	1.79		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.64 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบปกติเท่ากับ 22.98 และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบปกติ ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การทดสอบ		n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	รูปแบบการเรียน SSI หลังเรียน	45	47.93	2.17	9.277	.000
	รูปแบบการเรียนปกติ หลังเรียน	45	43.22	2.63		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.93 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบปกติเท่ากับ 43.22 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 12 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นักเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
คนที่	หลังเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (56 คะแนน)
1	27	49
2	25	48
3	25	54
4	24	45
5	22	48
6	25	51
7	24	49
8	26	52
9	22	46
10	22	50
11	21	46
12	18	49
13	21	47
14	22	47
15	26	51
16	20	49
17	21	48
18	20	46
19	23	47

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน (30 คะแนน)	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน (56 คะแนน)
20	27	47
21	26	48
22	25	48
23	24	50
24	24	49
25	25	50
26	29	48
27	22	50
28	25	46
29	23	48
30	24	44
31	25	49
32	24	49
33	26	44
34	26	44
35	20	47
36	23	49
37	22	46
38	25	46
39	24	48
40	26	44
41	25	49
42	24	47
43	24	50
44	26	46

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน (30 คะแนน)	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน (56 คะแนน)
45	23	49
รวม	1,064	2,157
เฉลี่ย	23.64	47.93
ร้อยละ	78.81	85.6
SD	2.31	2.17

ตาราง 13 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน (30 คะแนน)	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน (56 คะแนน)
1	21	46
2	23	46
3	25	41
4	23	41
5	22	45
6	22	45
7	24	48
8	20	45
9	20	43
10	21	45
11	22	46
12	22	40
13	23	41
14	23	40
15	25	41

ตาราง 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
	หลังเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (56 คะแนน)
16	27	43
17	21	45
18	24	42
19	20	42
20	23	45
21	25	40
22	20	41
23	21	41
24	24	38
25	25	47
26	22	46
27	23	50
28	24	46
29	24	44
30	26	41
31	25	43
32	24	44
33	23	41
34	21	45
35	24	45
36	20	38
37	24	44
38	22	43
39	22	45
40	26	43

ตาราง 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
	หลังเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (56 คะแนน)
41	24	45
42	23	41
43	25	43
44	24	40
45	22	41
รวม	1,034	1,945
เฉลี่ย	22.98	43.22
ร้อยละ	76.59	77.18
SD	1.79	2.63

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ ซึ่งมีขั้นตอน ในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ

สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีคะแนนค่าเฉลี่ยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ พบว่ามีประเด็นที่ควรนำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผู้เรียนจนมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันกับการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มาจากมาตรฐานและตัวชี้วัดเดียวกันที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับ จิรัชญา คิดเห็น (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ภาวินี รัตนคอน (2561) ทำการวิจัยการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีทักษะการโต้แย้งอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้จากงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับการเรียนปกติ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้ และทำใบกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาตรงตามหลักสูตรและผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 รูปแบบจึงไม่แตกต่างกัน

2. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ

สิรินทรา มินทะขัติ (2556) ที่ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ภคพร อิสระ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลการวิจัยคือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558) ได้ทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะไอออนิก และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวราพร รัศมีจาตุรงค์ (2558) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผล การใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกิจกรรมที่ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการหาคำตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อคิดเป็นพัฒนาการเฉลี่ยสูงขึ้น 0.48 ดังนั้นนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนทั่วไปที่ใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนจึงต้องผ่านการเรียนรู้ที่ต้องเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการที่จะนำความรู้นั้นมาเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ที่ครูยกตัวอย่าง และนำไปสู่การคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายสถานการณ์นั้นๆตามหลักทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้แล้ว จึงทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ และหลักการไปใช้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้มากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจึงสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นความสามารถในการแสวงหาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน ซึ่งนำไปสู่การได้มโนทัศน์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Schen, 2007) ซึ่งหลายประเทศได้กำหนดให้การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหลักในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มาอย่างยาวนาน (Lawson, 2004) เพราะความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นี้สามารถพัฒนาผู้คนให้กลายเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้

การเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั้นสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้งนี้ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้มีขั้นตอนดังนี้ ในการค้นหาประเด็นสำคัญ เป็นขั้นที่ครูนำประเด็นที่กำลังเป็นที่โต้แย้งในสังคมโดยเป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถค้นคว้าได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น อินเตอร์เน็ต หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เป็นต้น จากนั้นนำประเด็นต่างๆ มาวิเคราะห์ถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและเนื้อหาสาระที่ต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำการเลือกประเด็นที่เหมาะสมที่สุดโดยมีการพิจารณาประเด็น คือ

1.1 เป็นประเด็นที่มีการพูดถึงอย่างแพร่หลายในสังคมโดยปรากฏอยู่ตามสื่อต่าง ๆ เช่น บทความในวารสารหรือหนังสือพิมพ์รายการโทรทัศน์หรือในสังคมออนไลน์ เป็นต้น

1.2 ประเด็นที่เลือกมานั้นต้องมีความเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยสามารถใช้ทฤษฎีหลักการหรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นส่วนหนึ่งในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นนั้นได้

1.3 เป็นประเด็นที่ไม่สามารถลงข้อสรุปได้เพียงด้านเดียวแต่สามารถใช้เหตุผลในหลากหลายมิติทั้งด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวัฒนธรรมมาประกอบตามบริบทความเชื่อและค่านิยมของบุคคล

1.4 เป็นประเด็นที่เอื้อต่อการนำมาอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

1.5 ประเด็นนั้นมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาทักษะการคิดตัดสินใจร่วมกับการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม

2.2 ควรศึกษาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของผู้เรียนในสถานการณ์การเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์หรือลักษณะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นบนพื้นฐานของความแตกต่างระหว่างบุคคล

บรรณานุกรม

พหุน ปณฺ ติโต ชีเว

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : กระทรงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *2552 ทศวรรษที่สองของการปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษาไทย : รูปแบบการเรียนการสอน"นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตาราและเอกสารทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรัชญา คิดเห็น. (2557). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและจิตวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่องพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชนัญธิดา สุริโย. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย. (2543). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Journal of education*, 26(3), 65-76.

นัยนา จันตะเสน. (2547). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครพนม: การวิเคราะห์พหุระดับ (MULTI-LEVEL ANALYSIS).* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

ประสาท เนืองเฉลิม. (2551). การรับรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(2), 35-45.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

พัชรินทร์ จันทร์หัวโทน. (2544). *การศึกษาผลการสอนตามหลักการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิชญา ศิลาม่อม. (2561). *ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา*. มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ภคพร อิสระ. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาวินี รัตนคอน. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

รุจาภา ประถมวงษ์. (2551). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์. (2560). *หลักสูตรสถานศึกษาขึ้นพื้นฐาน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์.* กาฬสินธุ์ : โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น.

วราพร รัศมีจาตุรงค์. (2558). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยครูสุริยเทพ มหาวิทยาลัยรังสิต.

วิภา อาสิงสมานันท์. (2559). *วิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิลาวัลย์ เทพจักร. (2561). *การส่งเสริมทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิไลวรรณ ทรงศิลป์. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรัณย์ อัมระนันท์. (2558). *การวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสาหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *ยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561*. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

สิรินทรา มินทะขัติ. (2556). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิรินทรา มินทะขัติ. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุธีรพันธ์ สักการ์เวช. (2541). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไวยากรณ์วิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรศักดิ์ เฟวท์. (2559). *ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัศวิน ธะนะปัด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และพัฒนี จันทรโรทัย. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 3(2), 14-24.

Altan, E.B. and others. (2017). Socio-Scientific Issues as a Context for STEM Education: A Case Study Research with Pre-Service Science Teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4) 805-812.

Bayram-Jacobs, D. and Henze, I. (2018). Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1207–1233.

Bingle, W. and Gaskell, P. (1994) Science literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78, 185-201.

Bloom, B.S. (1982). *Human Characteristic and School Learning*. New York : McGraw–Hill.

Dawson, V.M. and Venville, G. (2009). High school students’ informal reasoning and argumentation about biotechnology : An indicator of scientific literacy?. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421–1445.

Dawson, V.M. and Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students’ Argumentation Skills about Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.

Driver, R., and others. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classroom. *Science Education*, 84, 287-312.

Feierabend, T. and Eilks, I. (2010). Raising students’ perception of the relevance of science teaching and promoting communication and evaluation capabilities using authentic and controversial socio-scientific issues in the framework of climate change. *Science Education International*, 21, 176-196.

Frank, R.H. (2005). Positional Externalities Cause Large and Preventable Welfare Losses. *American Economic Review*, 95(2), 137-141.

Friedler, Y., Nachmias, R. and Linn, M.C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching, 27*(2), 173–192.

Gerber, B.L., Cavallo, A.M.L. and Marek, E.A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 535- 549.

Giere, R.N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Florida : Holt, Rinehart and Winston Inc.

Hausmann, D. and Schröder, L. (2015). Global Caching for the Flat Coalgebraic μ-Calculus. In Grandi F, Lange M, Lomuscio A (Eds.), *Proceedings, 22nd International Symposium on Temporal Representation and Reasoning, TIME 2015* (pp. 121-130). Kassel, DE : Berlin: Springer.

Hewitt, K.M. and others. (2019). Introductory Biology in Social Context: The Effects of an Issues-Based Laboratory Course on Biology Student Motivation. *CBE-Life Sciences Education*, 18(3), 30.

Holyoak, K.J. and Morrison, R.G. (2005). *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge, UK : Cambridge University Press.

King, J. and Ritchie, C. (2013). *The benefits of higher education participation for individuals and society: key findings and reports-'the quadrants': Department for Business, Innovation & Skills*. [online]. Available from : https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/. [accessed 16 May 2021].

Klahr, D. and Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1–55.

Kolsto, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science. *Science Education*, 85(3), 291–310.

Lawson, A. and Worsnop, W. (1992). *Learning about evolution and rejecting a belief about natural creation: Effects of reasoning skill, prior knowledge, prior beliefs and religious commitment*. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 143-166.

Lawson, A.E. (2010). *Teaching Inquiry Science*. London : Sage.

Lawson, T. (2004). *Modern Economics: The Problem and a Solution In A Guide to What's Wrong with Economics, ed. E. Fullbrook, 21-32*. London : Anthem Press.

Lewis, H.L. (2003). Differences in ego identity among college students across age, ethnicity, and gender. *Identity: An International Journal of Theory and Research*, 3(2), 159–189.

Lin, S. and Mintzes, J.J. (2010). *Learning Argumentation Skills Through Instruction in Socioscientific Issues: The effect of ability level*. Taiwan : National Science Council.

Moshman, D. (2011).*Adolescent rationality and development: Cognition, morality, and identity*. 3rd ed. New York : Psychology Press.

Pedretti, E. (1999). Decision-making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics,* 99(4), 174–181.

Ratcliffe, D. (1997). *The Raven*. San Diego : Academic Press.

Ratcliffe, M. and Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues.* Maidenhead : Open University Press.

Reis, S.M. (2009). *The joyful reading resource kit: Teaching tools, hands-on activities, and enrichment resources, grades K-8.* San Francisco, CA : Jossey-Bass.

Robts, R. and Gott, R. (2010). Questioning the evidence for a claim in a socio-scientific issue: an aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 203–226.

Sadler, D.R. (2002). Ah! ... So That’s ‘Quality’. In P. Schwartz & G. Webb (Eds). *Assessment: Case studies, experience and practice from higher education*. London : Kogan Page.

Sadler, L. (2011). Indeterminacy, complex features and under specification. *Morphology*, 21(2), 379-417.

Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues : A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.

Sadler, T.D. and others. (2016). Evolution of a Model for Socio-Scientific. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-76.

Sadler, T.D. and others. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.

Sadler, T.D. and Zeidler, D. (2003). *Teaching bad science*: *Highlighting* the *past* to *understand* the *present*. *The Science Teacher*, 70(9), 36-40.

Sadler, T.D. and Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.

Schen, M.S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates*. Ph.D. Thesis, The Ohio State University.

Shuttleworth, M. (2008*). Descriptive research design: Observing a phenomenon*. Canada Ontario : Pearson Education, Inc.

Simon, C, (2008). Strategy and Strategic Management Accounting: An Investigation of Organizational Configuration. *Manchester Business School Research Seminar*, 17(4), 1-25.

Suranto, R.P. and others. (2019). Problem-Based Learning Modules with Socio-Scientific Issues Topics to Closing the Gap in Argumentation Skills. The Turkish Online *Journal of Educational Technology*, 18(4), 35-45.

Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.

Walton, D. (1990). Changes in the intensity of the geomagnetic field. *Geophysical Research Letters*, 17, 10.

Wolman, B.B. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. London : Litton Educational.

Zeidler, D. and Nichols, B. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education,* 21(2), 49-58.

Zeidler, D.L. and others. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101.

Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A. and Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education,* 86(3), 343–367.

Zeidler, M.P. and others. (2004) Temperature-sensitive control of protein activity by conditionally splicing inteins. *Nat Biotechnol*, 22(7), 871-6.

Zeineddin, A. and Abd-EL-Khalick, F. (2010). Scientific reasoning and epistemological commitments: Coordination of theory and evidence among college science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.

Zimmerman, C. (2005). The development of scientific reasoning: What psychologists contribute to an understanding of elementary science learning. [online]. Available from : http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_ Zimmerman_final_paper. [accessed 16 May 2021].

พหุน ปณ กิโต ชีเว

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว31242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เวลา 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การโคลนยีน เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางลินดา เขจรแข

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

2. สาระสำคัญ

การโคลนยีน หมายถึง การเพิ่มปริมาณยีนให้เหมือนกับยีนต้นแบบ ผลผลิตที่ได้จากการโคลนเรียกว่า โคลน(clone) โดยการโคลนยีน มี 2 วิธี คือการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย และการโคลนยีนในหลอดทดลองโดยเทคนิค พอลิเมอเรสเชนรีแอกชัน หรือพีซีอาร์ (PCR)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

อธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

เขียนกระบวนการ เทคนิควิธีการโคลนยีน

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีความรับผิดชอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีวินัยในตนเอง ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

4. สาระการเรียนรู้

1) ความรู้

- การโคลนยีน

2) ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- การสืบค้นข้อมูล
- อภิปราย สังเกต
- กระบวนการทำงานกลุ่ม

3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีความรับผิดชอบ
- การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- มีวินัยในตนเอง
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

กระบวนการเรียนรู้

5 E	SSI
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) 1.1 ครูให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย 1.2 ครูถามคำถามว่า การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียคืออะไรและมีขั้นตอนอย่างไร 1.3 ครูให้โอกาสนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น 1.4 ครูทบทวนหลักการสร้างรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอหรือดีเอ็นเอสายผสม	**1.ขั้นค้นหาประเด็นสำคัญ** 1.1 ครูนำเสนอภาพยนตร์ เรื่อง The island ที่เกี่ยวกับการโคลนมานำเสนอให้นักเรียน 1.2 นักเรียนศึกษาบทความเกี่ยวกับการโคลน
2.ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) 2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 4-5 คน เพื่อศึกษาใบความรู้ และทำใบกิจกรรมกลุ่ม 2.2 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอกิจกรรมที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมาย 2.3 ครูนำอภิปรายประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในแต่ละกิจกรรมและนำไปสู่การสรุป	**2. ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ** 2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 4-5 คน และนำบทความสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการโคลนมาให้นักเรียนศึกษา 2.2 ครูถามคำถามว่า การโคลนคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร 2.3 นักเรียนศึกษาบทความสรุปใจความสำคัญของข้อมูลจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็น
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) 3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ	**3. ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา** 3.1 ครูใช้การวิเคราะห์ประเด็นที่ศึกษา และสังเกตว่า

5 E	SSI
การโคลนยีนทั้งการโคลนโดยอาศัยพลาสมิดและการโคลนโดยเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลองหรือเทคนิค PCR 3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสียของการโคลนโดยอาศัยพลาสมิดและการโคลนโดยเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลองหรือเทคนิค PCR	นักเรียนมีความรู้มีพื้นฐานความเข้าใจเดิมอย่างไร มีข้อสงสัยหรืออยากทำความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนผลตนเองว่ารู้อะไรและอยากรู้สิ่งใดเพิ่มเติม 3.2 นักเรียนจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้โดยเขียนข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติมและตั้งคำถาม ซักถามข้อสงสัยภายในกลุ่ม นำข้อมูลที่ได้มาสนทนาและแสดงความคิดเห็น
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) 4.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการโคลนยีน 4.2 ครูถามคำถามว่าถ้าให้นักเรียนสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมคนละ 1 ชนิด นักเรียนคิดว่าจะสร้างสิ่งมีชีวิตชนิดใด และมีประโยชน์อย่างไร	**4. ขั้นวางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา** 4.1 ครูให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการกลุ่ม คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดตัดสินใจ และประเมินคุณค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) 5.1 ประเมินจากใบกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนme 5.2 สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม 5.3 ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	**5.ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้** 5.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ - ทักษะการตีความ - ทักษะการบันทึกข้อมูล - ศึกษาขั้นตอนการโคลนยีน - ศึกษาแหล่งข้อมูลของเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทย - ตัวอย่างการโคลนยีนในสิ่งมีชีวิตและประโยชน์ที่ใช้ในประเทศไทย 5.2 นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาจัดกระทำข้อมูลของกลุ่มตนเอง 5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองและแลกเปลี่ยนซักถามข้อสงสัย แสดงการสนับสนุน/โต้แย้ง แนวคิดหลักของแต่ละกลุ่มอย่างใจกว้าง รับฟังมีอีกฝ่ายมีเหตุผลที่ดีกว่าและประเมินค่าข้อมูล
	6. ขั้นประเมินผล แบบบันทึกการแสดงความคิดเห็น

5. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมของ สสวท ชีววิทยา เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
- การ์ตูนเทคโนโลยีชีวภาพหรรษา

2. แหล่งเรียนรู้

- ห้องสมุดโรงเรียน
- อินเทอร์เน็ต

6. ตารางประเมินผล (K-P-A)

จุดประสงค์	วิธีการวัด / เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1.ด้านความรู้ (K) - อธิบายการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR	- ใบกิจกรรมการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียและเทคนิค PCR	ผ่านเกณฑ์ระดับร้อยละ 80 ขึ้นไป
2.ด้านทักษะ (P) - เขียนกระบวนการ เทคนิควิธีการโคลนยีน	- แผนภาพขั้นตอน กระบวนการเทคนิคการโคลนยีน - อภิปรายนำเสนอผลงาน	-ผ่านเกณฑ์ระดับร้อยละ 80 ขึ้นไป
3.ด้านเจตคติ (A) - มีความรับผิดชอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีวินัยในตนเอง ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	-จากการประเมิน/แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ - จากการเช็คชื่อ	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดีขึ้นไป

7. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

....

....

....

....

2. ปัญหาและอุปสรรค

....

....

....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

....

....

ลงชื่อ..

(นางลินดา เขจรแข)

ครู

วันที่.......เดือน....................พ.ศ...............

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระ

....

....

....

....

ลงชื่อ..

( )

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่........เดือน.....................พ.ศ..............

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการโรงเรียน

....

....

....

....

ลงชื่อ...

( )

รองผู้อำนวยการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

วันที่........เดือน.....................พ.ศ................

พหุ ปญ ฺฺ ฺฺ ฺฺ ฺฺ ฺฺ ฺฺ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เรื่อง การโคลนยีน

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	**ชื่อ – สกุล**	**รายการประเมิน**				รวม 12 คะแนน	**สรุปผลการประเมิน**	
		มีความรับผิดชอบ	การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ความมีวินัยในตนเอง	ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์		ผ่าน √	ไม่ผ่าน ×
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินกระบวนการเรียนรู้แบบ Rubrics

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน / คุณภาพ			รวม
	ดี(3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)	
1. มีความรับผิดชอบ	ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายดีผลงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายพอใช้ ผลงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ไม่ตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ผลงานไม่เสร็จตามเวลากำหนด	3
2. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มดีเยี่ยม	สมาชิกบางคนในกลุ่มไม่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มดี	สมาชิกส่วนมากในกลุ่มไม่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและไม่รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม	3
3. ความมีวินัยในตนเอง	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกาย สะอาด สุภาพเรียบร้อยดี	ส่วนใหญ่เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกาย สะอาด สุภาพเรียบร้อยพอใช้	ส่วนใหญ่เข้าเรียนไม่ตรงเวลา แต่งกายไม่เรียบร้อย	3
4. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	- มีความสุภาพ เอื้ออาทร เอาใจ ใส่ใจผู้อื่น มีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือผู้อื่นดี - มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และทุ่มเทกับงานดี - ปฏิบัติตามกฎระเบียบของกลุ่มดี	-มีความสุภาพ เอื้ออาทร เอาใจ ใส่ใจผู้อื่น มีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือผู้อื่นพอใช้ - มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และทุ่มเทกับงานพอใช้ - ปฏิบัติตามกฎระเบียบของกลุ่มพอใช้	-มีความสุภาพ เอื้ออาทร เอาใจ ใส่ใจผู้อื่น มีน้ำใจ เสียสละ ช่วยเหลือผู้อื่นน้อยมาก -ไม่มีความตั้งใจ ในการกับงาน -ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบของ	3
รวม				12

คะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	ดี
5-8	พอใช้
1-4	ต้องปรับปรุง

ใบความรู้

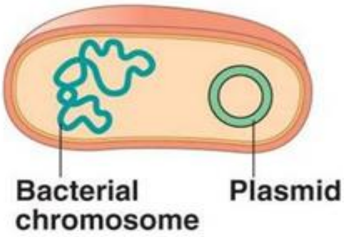
การโคลนยีน

การโคลนยีน (gene cloning)

จุดประสงค์: เพื่อเพิ่มจำนวน DNA ที่มียีนตามต้องการจาก DNA recombination ให้มีปริมาณมากพอ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ เรียกการเพิ่มจำนวน DNA ให้มากขึ้นว่า การโคลนยีน (DNA cloning)

การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

E. coli

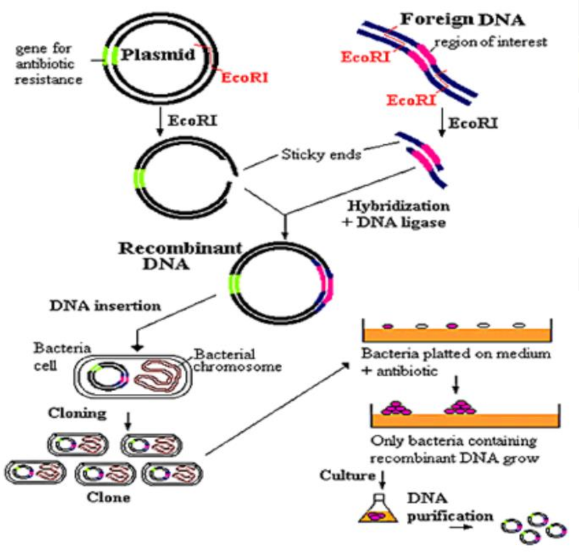


พลาสมิด (plasmid) = DNA วงแหวนที่อยู่นอกโครโมโซมของแบคทีเรีย ทำหน้าที่เป็นพาหะนำ DNA หรือยีนเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย

หลักการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

หลักการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

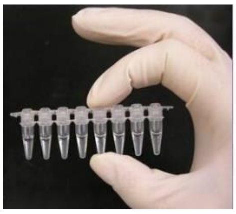
1. แยกพลาสมิดที่ใช้เป็นพาหะ และเลือกยีนจากโครโมโซมของ สิ่งมีชีวิต โดยใช้ restriction enzyme
2. เชื่อมชิ้นส่วน DNA กับ plasmid ⟶ recombination DNA
3. นำ recombination DNA ใส่ใน เซลล์แบคทีเรียผู้รับ
4. โคลนยีน โดยอาศัย plasmid ของแบคทีเรีย



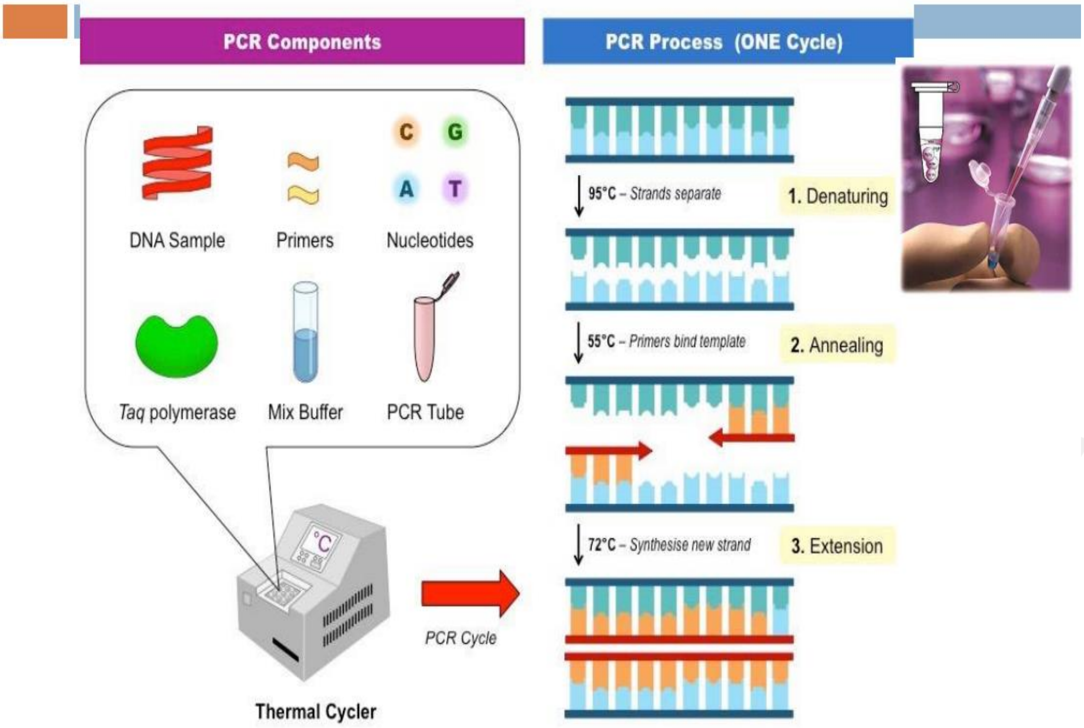
หลักการโคลนยีนในหลอดทดลองโดยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)

เทคนิค PCR = การโคลน DNA ในหลอดทดลองเพื่อเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA ในปริมาณมาก โดยใช้เครื่องเพิ่มปริมาณ DNA อัตโนมัติ (thermocycler หรือ PCR machine)

Thermocycler หรือ PCR machine = เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่ควบคุม อุณหภูมิให้ปรับเปลี่ยนได้ตามที่กำหนด สามารถกำหนดจำนวนรอบและเวลาได้อัตโนมัติ



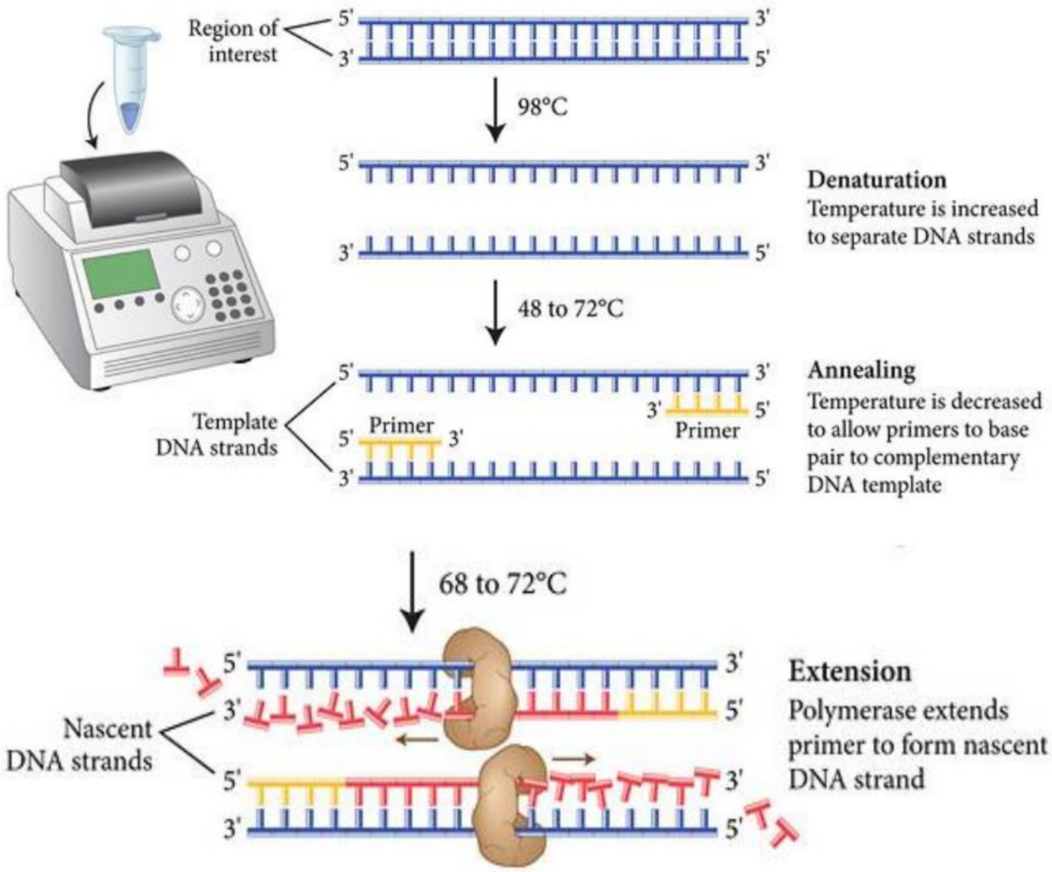
กระบวนการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR



ขั้นตอนปฏิกิริยา PCR ใน 1 รอบ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

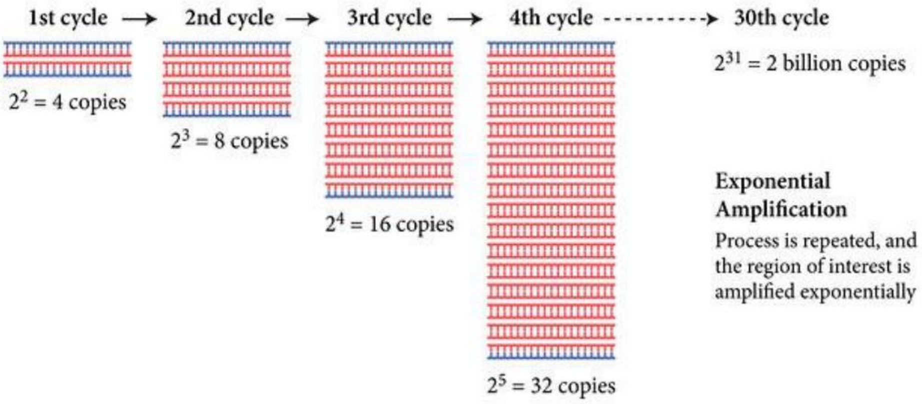
1. denaturation เป็นการทำให้ DNA เสื่อมสภาพ เพื่อที่จะแยกสาย DNA จากสภาพที่เป็นเกลียวคู่ (double helix) ให้เป็นสายเดี่ยว โดยใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 95 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที (ต้องเลือกใช้เอนไซม์ DNA polymerase ที่สามารถทนความร้อนได้สูง เพื่อไม่ให้เอนไซม์เสื่อมสภาพไปก่อน)

2. annealing เป็นขั้นตอนที่ลดอุณหภูมิลงประมาณ 55 องศาเซลเซียส เวลา 20 วินาที เพื่อให้ไพรเมอร์สามารถจับกับบริเวณที่มีลำดับคู่เบสที่เป็นคู่สมกันกับ DNA แม่แบบด้วยพันธะไฮโดรเจนได้

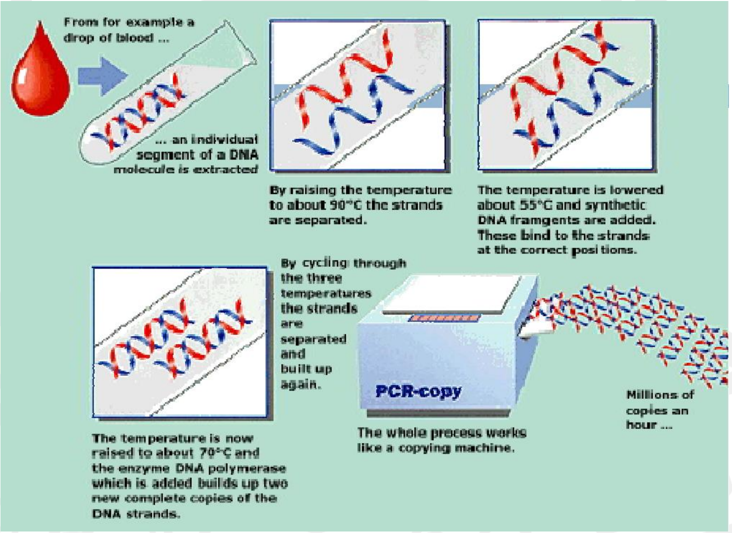


3. extension เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ต่อจากไพร์เมอร์ ทำได้โดยการปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของ DNA polymerase (72°C เวลา 20 วินาที) ทำให้เกิดการจำลองสาย DNA จากสาย DNA แม่แบบ โดยจะสังเคราะห์จากด้าน 5' ของไพรเมอร์ ไปยังด้าน 3'

ไปเรื่อยๆ ตามลำดับนิวคลีโอไทด์บน DNA แม่แบบแต่ละสาย เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกครั้ง (90-95) ทำให้ DNA สายคู่ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในรอบ ที่ 1 แยกออกจากกัน และเกิดปฏิกิริยาเคมีในรอบถัดไป



ปฏิกิริยา PCR จะเกิดขึ้น 25-40 รอบใช้เวลาประมาณ 1.5 -5 ชั่วโมง โดย DNA ที่เกิดขึ้นแต่ละรอบจะถูกใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ในรอบต่อ ๆ ไปจนสิ้นสุดปฏิกิริยา



การเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA ที่ได้จากหยดเลือด ด้วยเทคนิค PCR

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

ข้อจำกัดของการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR

1. เทคนิคนี้ไม่สามารถทำให้ยีนที่โคลนขึ้นมาแสดงออกโดยการสร้างโปรตีนที่ต้องการ ซึ่งต่างจากการโคลนยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย หรือใช้ไวรัสที่ยีนสามารถแสดงออกโดยการสร้างโปรตีนออกมาได้

2. การเพิ่มจำนวนชุดของ DNA โดยใช้วิธี PC R อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เนื่องจากไม่มีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ที่สร้างขึ้นเหมือนกับระบบในสิ่งมีชีวิตที่มีการตรวจสอบอย่างละเอียดถูกต้อง

ประโยชน์ของเทคนิค PCR

1. ใช้เพิ่มปริมาณยีนที่มีปริมาณน้อยๆ ให้มีปริมาณมากพอเป็นจุดเริ่มต้นก่อน แล้วจึงนำยีนนั้นไปโคลนต่อโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย เช่น การเพิ่มปริมาณ DNA จากซากแมมมอธ (mammoth) ที่สูญพันธุ์ไปเมื่อสี่หมื่นปีก่อน ทำให้สามารถศึกษาวิวัฒนาการในสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้ว

2. สามารถใช้ตรวจสอบ DNA ปริมาณน้อยในชิ้นส่วนเซลล์ คราบเลือด น้ำอสุจิของอาชญากรรมต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในด้านนิติเวชหรือนิติวิทยาศาสตร์ในกระบวนการยุติธรรม

3. ใช้ตรวจสอบ NA ของเซลล์จากเอ็มบริโอในครรภ์ในแง่ความผิดปกติทางพันธุกรรม รวมทั้งตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสเอดส์ (HIV)

การโคลน หมายถึง การสร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ ซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมเหมือนสิ่งมีชีวิตต้นแบบทุกประการ วิธีการโคลนวิธีหนึ่งคือนำนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายใส่เข้าไปในเซลล์ไข่ที่ถูกดูดเอานิวเคลียสออกไปก่อนแล้วด้วยกระบวนการนี้เซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายจะพัฒนาเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่โดยใช้ข้อมูลของสารพันธุกรรมจากนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิต ตัวใหม่จึงมีลักษณะพันธุกรรมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ ซึ่งการโคลนนิ่งได้ทำกับพืชมานานหลายสิบปี ที่เรียกว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการโคลนนิ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสำเร็จครั้งแรก โดยทำกับแพะ และแกะ แกะตัวแรกที่ได้จากการโคลนนิ่งมีชื่อว่า “ดอลลี่”

ข้อดี ของการโคลนนิ่ง (Advantages of Cloning)

1. จำนวนพันธุ์สัตว์และพันธุ์พืชที่ใกล้ที่จะสูญพันธุ์ ได้เร็วกว่าการผสมพันธุ์กันแบบปกติตามธรรมชาติ

2. จำนวนสัตว์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดี เช่น หมูที่ให้เนื้อในปริมาณมากหรือโคที่ให้น้ำนมในปริมาณมากที่มีความต้านทานโรคสูง เป็นต้น

3. เพิ่มจำนวนสัตว์ที่ได้มีการปรับปรุงลักษณะทางพันธุกรรมทั้งสัตว์ที่ผสมพันธุ์กันด้วยวิธีทางธรรมชาติหรือผสมเทียมหรือสัตว์ที่เป็นจีเอ็มโอโดยสัตว์เหล่านี้อาจปรับปรุงพันธุ์มาเพื่อผลิตยารักษาโรคได้

4. ช่วยในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สัตว์ทดลองที่มีพันธุกรรมและลักษณะที่เหมือนกันเป็นจำนวนมาก

5. ช่วยในการผลิตอวัยวะของสัตว์ที่มีลักษณะเหมือนกันเพื่อที่จะใช้ในการย้ายฝาก

6. ช่วยในการปลูกถ่ายทดแทนอวัยวะของมนุษย์

7. ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจกลไกการทำงานของยีนมากขึ้น

ข้อเสีย หรือ ผลเสีย ของการโคลนนิ่ง (Disadvantages of Cloning)

1. ทำให้เกิดความไม่เป็นเอกลักษณ์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวต้นแบบทำให้เกิดการขาดความหลากหลายทางชีวภาพ

2. อาจทำให้การพัฒนาสายพันธุ์ที่ดีมีน้อยลงเพราะมีลักษณะเหมือนกันไปหมดอาจทำให้มีวิวัฒนาการลดลง

3. มนุษย์ยังมีปัญหาด้านจริยธรรม เช่น อย่างในกรณีการปลูกถ่ายทดแทนอวัยวะของมนุษย์เพราะต้องทำคนที่เหมือนกันออกมาแล้วนำอวัยวะของโคลนนั้นมาปลูกถ่ายแทนที่อวัยวะคนที่เป็นต้นแบบ ซึ่งทำให้คนที่ถูกโคลนออกมามีอวัยวะไม่ครบ

4. มีปัญหาในทางด้านกฎหมายในการพิสูจน์จำแนกผู้กระทำผิดในคดีต่างๆ โดยใช้การตรวจดีเอ็นเอเพราะโคลนมีดีเอ็นเอเหมือนกับคนต้นแบบทำให้ยากที่จะจำแนกได้ว่าคนที่เป็นต้นแบบหรือโคลนเป็นผู้กระทำผิด หรือแม้แต่ลักษณะรูปร่างหน้าตาที่เหมือนกันอาจทำให้พยานระบุผิดคนเป็นต้น

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การโคลนยีน

คำชี้แจง : อธิบายหลักการ ขั้นตอน และข้อดี/ข้อเสียของการในการโคลนยีนต่อไปนี้

1 .การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิด

หลักการ

....

....

....

ขั้นตอน

....

....

....

ข้อดี/ข้อเสีย

....

2. การโคลนยีนเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอกชัน

หลักการ

....

....

....

ขั้นตอน

....

....

....

ข้อดี/ข้อเสีย

....

3. จำนวนรอบของ PCR และจำนวนโมเลกุล DNA ที่ได้ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้าเริ่มต้นปฏิกิริยาจาก DNA 1 โมเลกุล เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยารอบที่ 10 จะได้ DNA กี่โมเลกุล

....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การโคลนยีน

คำชี้แจง : อธิบายหลักการ ขั้นตอน และข้อดี/ข้อเสียของการในการโคลนยีนต่อไปนี้

1. การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

หลักการ

การเพิ่มจำนวนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียเป็นเวกเตอร์ โดยการตัดต่อยีนที่สนใจเข้าสู่ พลาสมิดของแบคทีเรีย แล้วนำแบคทีเรียไปเพิ่มจำนวน ซึ่งเมื่อแบคทีเรียมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จำนวนยีนที่สนใจที่อยู่ในพลาสมิดจะเพิ่มขึ้นด้วย

ขั้นตอน

1. แยกยีนที่สนใจจากดีเอ็นเอบริสุทธิ์ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ
2. แยกพลาสมิดจากเซลล์แบคทีเรีย แล้วตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ
3. นำยีนที่สนใจไปเชื่อมต่อกับพลาสมิดด้วยเอนไซม์ไลเกส ได้เป็นดีเอ็นเอสายผสมที่มียีนที่สนใจ
4. นำดีเอ็นเอสายผสมที่มียีนที่สนใจใส่กลับเข้าสู่แบคทีเรีย
5. นำแบคทีเรียไปเพิ่มจำนวน ซึ่งมีผลทำให้จำนวนยีนเพิ่มขึ้นตามจำนวนของพลาสมิด

ข้อดี/ข้อเสีย

ข้อดี คือ จำนวนชุดของยีนที่ถูกต้องมีปริมาณมาก เนื่องจากภายในเซลล์ของแบคทีเรียจะมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของนิวคลีโอไทด์ ส่วนข้อเสีย คือ ต้องใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนยีน

2. การโคลนยีนเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอกชัน

หลักการ

การเพิ่มจำนวนยีนในหลอดทดลองที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ จำนวนรอบ และเวลาสำหรับปฏิกิริยา โดยมีองค์ประกอบหลัก คือ DNA แม่แบบ ไพรเมอร์ นิวคลีโอไทด์ 4 ชนิด (A C G T) และ DNA พอลิเมอเรส

ขั้นตอน

1. การแยก DNA เป็นสายเดี่ยว ซึ่งเป็นการแยกสายคู่ของ DNA ออกเป็นสายแม่แบบ 2 สาย
2. การจับกันของไพรเมอร์กับ DNA แม่แบบ ซึ่งทำให้เกิดการเริ่มต้นการสังเคราะห์
3. การสร้าง DNA สายใหม่ โดย DNA พอลิเมอเรส จะนำนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ชนิด มาเข้าคู่กับนิวคลีโอไทด์ของสาย DNA แม่แบบ

ข้อดี/ข้อเสีย

ข้อดี คือ สามารถเพิ่มจำนวนปริมาณยีนที่ต้องการได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ส่วนข้อเสีย คือ การเพิ่มจำนวนชุดของ DNA อาจเกิดความผิดพลาด เนื่องจากเอนไซม์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาอาจไม่ทำงานหรือไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนเช่นเดียวกับที่พบในสิ่งมีชีวิต

3. จำนวนรอบของ PCR และจำนวนโมเลกุล DNA ที่ได้ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้าเริ่มต้นปฏิกิริยาจาก DNA 1 โมเลกุล เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยารอบที่ 10 จะได้ DNA กี่โมเลกุล

2^{10}= 1,024 โมเลกุล

ใบกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง : ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด(×) หน้าข้อความที่ผิด

1. จากภาพ คือ

.......ยีนที่ต้องการ ....สาย DNA ....แบคทีเรีย

2. จากภาพคือ

.............พลาสมิด ....แบคทีเรีย ....เอนไซม์

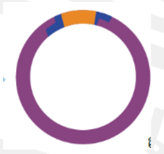
3. จากภาพ สองสิ่งนี้ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ แล้วได้ปลาย

.............ปลายเหนียว ....ปลายทู่

4. จากภาพข้อ 3. ถูกเชื่อมด้วยเอนไซม์ชนิดใด

.............DNA Polymerase ....DNA Ligase

5. ภาพนี้เรียกว่า



...............พลาสมิด ....DNA รีคอมบิแนนท์

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. .... การโคลนยีน (gene cloning) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิต นิยมใช้พลาสมิด
2. .... ในขั้นตอนของเทคนิค PCR ที่มีการลดอุณหภูมิลงเหลือ ประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อให้ primer จับคู่กับ DNA ที่เป็นแม่แบบ
3. .... ขั้นตอนแรกของการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR คือแม่แบบ DNA สายเดี่ยวจับกับไพรเมอร์
4. .... ขั้นตอนของปฏิกิริยา PCR ในขั้นแรกนั้นต้องใช้อุณหภูมิสูงราว 95 องศาเซลเซียส เพื่อเพื่อทำลายชิ้นส่วน DNA แม่แบบให้แยกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวนมาก
5. .... การตรวจสอบ DNA ในชิ้นเนื้อเพื่อพิสูจน์บุคคลใช้เทคนิค PCR

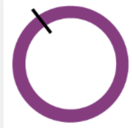
เฉลยใบกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง : ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด(×) หน้าข้อความที่ผิด

1. จากภาพ คือ

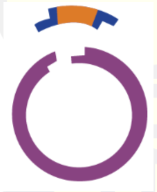
.............ยีนที่ต้องการ ...... √.........สาย DNA ....แบคทีเรีย

2. จากภาพคือ√



..... √........พลาสมิด ....แบคทีเรีย ....เอนไซม์

3. จากภาพ สองสิ่งนี้ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ แล้วได้ปลาย



..... √........ปลายเหนียว ....ปลายทู่

4. จากภาพข้อ 3. ถูกเชื่อมด้วยเอนไซม์ชนิดใด

............DNA Polymerase ......√.......DNA Ligase

5. ภาพนี้เรียกว่า

..............พลาสมิด .... √.....DNA รีคอมบิแนนท์

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. ......√.........การโคลนยีน (gene cloning) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิต นิยมใช้พลาสมิด
2. .... √.........ในขั้นตอนของเทคนิค PCR ที่มีการลดอุณหภูมิลงเหลือ ประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อให้ primer จับคู่กับ DNA ที่เป็นแม่แบบ
3. ...... ×.......ขั้นตอนแรกของการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR คือแม่แบบ DNA สายเดี่ยวจับกับไพรเมอร์
4. ......×...... ขั้นตอนของปฏิกิริยา PCR ในขั้นแรกนั้นต้องใช้อุณหภูมิสูงราว 95 องศาเซลเซียส เพื่อเพื่อทำลายชิ้นส่วน DNA แม่แบบให้แยกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวนมาก
5. .... √...... การตรวจสอบ DNA ในชิ้นเนื้อเพื่อพิสูจน์บุคคลใช้เทคนิค PCR

ใบกิจกรรมที่ 1

ใบกิจกรรม ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. จากภาพ คือ

.............ยีนที่ต้องการ ....สาย DNA ....แบคทีเรีย

2. จากภาพคือ√

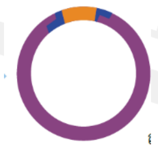
.............พลาสมิด ....แบคทีเรีย ....เอนไซม์

3. จากภาพ สองสิ่งนี้ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ แล้วได้ปลาย

.............ปลายเหนียว ....ปลายทู่

4. จากภาพข้อ 3. ถูกเชื่อมด้วยเอนไซม์ชนิดใด

.............DNA Polymerase ....DNA Ligase

5. ภาพนี้เรียกว่า 

..............พลาสมิด ....DNA รีคอมบิแนนท์

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. .... การโคลนยีน (gene cloning) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิต นิยมใช้พลาสมิด
2. .... ในขั้นตอนของเทคนิค PCR ที่มีการลดอุณหภูมิลงเหลือ ประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อให้ primer จับคู่กับ DNA ที่เป็นแม่แบบ
3. .... ขั้นตอนแรกของการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR คือแม่แบบ DNA สายเดี่ยวจับกับไพรเมอร์
4. .... ขั้นตอนของปฏิกิริยา PCR ในขั้นแรกนั้นต้องใช้อุณหภูมิสูงราว 95 องศาเซลเซียส เพื่อเพื่อทำลายชิ้นส่วน DNA แม่แบบให้แยกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวนมาก
5. .... การตรวจสอบ DNA ในชิ้นเนื้อเพื่อพิสูจน์บุคคลใช้เทคนิค PCR

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง : ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. จากภาพ คือ

.............ยีนที่ต้องการ ...... √.........สาย DNA ....แบคทีเรีย

2. จากภาพคือ√

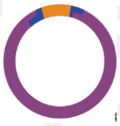
..... √........พลาสมิด ....แบคทีเรีย ....เอนไซม์

3. จากภาพ สองสิ่งนี้ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ แล้วได้ปลาย

..... √........ปลายเหนียว ....ปลายทู่

4. จากภาพข้อ 3. ถูกเชื่อมด้วยเอนไซม์ชนิดใด

.............DNA Polymerase ......√.......DNA Ligase

5. ภาพนี้เรียกว่า 

...............พลาสมิด .... √.....DNA รีคอมบิแนนท์

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(√)หน้าข้อความที่ถูกและเครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ผิด

1. ......√.........การโคลนยีน (gene cloning) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิต นิยมใช้พลาสมิด
2. ...... √.......ในขั้นตอนของเทคนิค PCR ที่มีการลดอุณหภูมิลงเหลือ ประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อให้ primer จับคู่กับ DNA ที่เป็นแม่แบบ
3. ...... ×.......ขั้นตอนแรกของการโคลนยีนโดยเทคนิค PCR คือแม่แบบ DNA สายเดี่ยวจับกับไพรเมอร์
4. ....×..... ขั้นตอนของปฏิกิริยา PCR ในขั้นแรกนั้นต้องใช้อุณหภูมิสูงราว 95 องศาเซลเซียส เพื่อเพื่อทำลายชิ้นส่วน DNA แม่แบบให้แยกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวนมาก
5. .... √...... การตรวจสอบ DNA ในชิ้นเนื้อเพื่อพิสูจน์บุคคลใช้เทคนิค PCR

ใบกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงวิธีการโคลนยีน

....

....

....

....

....

....

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วศึกษาประเด็นต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ข่าวใหญ่ในวงการแพทย์ ที่เกิดขึ้นก่อนสิ้นปี 2545 นี้คือเรื่องการคลอดของทารก Eve ซึ่งองค์การลัทธิไลเลียน (Raelien Sect) อ้างว่าตนเป็นศาสนาใหม่ที่มีความเชื่อว่ามนุษย์ต่างดาวได้ใช้วิธีการโคลนมนุษย์ชุดแรกไว้ในโลกเมื่อ สองหมื่นห้าพันปีก่อนและมีความเชื่อว่าการโคลนมนุษย์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้เผ่าพันธุ์ของมนุษยชาติได้เข้าถึงความเป็นอมตะได้ในที่สุด ผู้นำ ลัทธินี้ได้อ้างว่าได้ทำ การโคลนมนุษย์ให้แก่คู่ครองจำนวน 10 คู่ ซึ่งต่อมาครึ่งหนึ่งของจำนวนนี้กำลังจะให้กำเนิดทารก ซึ่งทารกที่เกิดจากการโคลนคนแรกของโลกได้เกิดขึ้นในวันที่ 26 ธันวาคมโดยมีแม่เป็นสตรีชาวอเมริกัน และต่อมาในวันที่ 5 มกราคม ทารกคนที่สองซึ่งเกิดจากเทคนิคเดียวกันลืมตามองดูโลกขึ้นเป็นครั้งแรก และต่อไปในอนาคตอันใกล้นี้จะมีคุณแม่อีกหลายคนที่จะให้กำเนิดทารกที่เกิดจากการโคลน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ดังกล่าว เพราะเหตุใด ระบุเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อมูลข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

3. ความพยายามโคลนนิ่งมนุษย์ของนักวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการตัดแต่งยีนเพื่อสร้างมนุษย์สายพันธุ์ใหม่ขึ้นมาที่สมบูรณ์เพียบพร้อมด้วยลักษณะเชิงกายภาพและสติปัญญา รวมทั้งโรคภัยไข้เจ็บที่จะถูกถ่ายทอดออกมาจากยีนพันธุกรรมก็จะถูกตัดแต่งกำจัดทิ้งไปแล้วนำยีนที่ดีเข้าไปทดแทน เหลือเพียงส่วนดีที่ต้องการเท่านั้นให้แสดงลักษณะเด่นออกมา ถ้าวิธีการเช่นนี้ประสบความสำเร็จในสัตว์ทดลอง นักวิทยาศาสตร์ก็จะนำมาปรับใช้เพื่อสร้างเด็กตัดแต่งยีนที่สามารถให้เด็กได้ตามความต้องการหรือที่เรียกว่า “เด็กสั่งตัด” (เหมือนเสื้อผ้าที่สามารถสั่งตัดได้ตามความต้องการของผู้สวมใส่) นักเรียนจะสนับสนุนหรือคัดค้านกับข้อความที่ว่า “เด็กสั่งตัด” พร้อมให้เหตุผลประกอบ

....

....

....

....

....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงวิธีการโคลนยีน

การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิด

แยกพลาสมิดที่ใช้เป็นพาหะ และเลือกยีนจากโครโมโซมของ สิ่งมีชีวิต โดยใช้ restriction enzyme

↓

เชื่อมชิ้นส่วน DNA กับ plasmid ⟶ recombination DNA

↓

นำ recombination DNA ใส่ใน เซลล์แบคทีเรียผู้รับ

↓

โคลนยีน โดยอาศัย plasmid ของแบคทีเรีย

การโคลนยีนโดยใช้เทคนิค PCR

denaturation เป็นการทำให้ DNA เสื่อมสภาพ เพื่อที่จะแยกสาย DNA ให้เป็นสายเดี่ยว โดยใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 95 องศาเซลเซียส

↓

annealing เป็นขั้นตอนที่ลดอุณหภูมิลงประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพื่อให้ไพรเมอร์สามารถจับกับบริเวณที่มีลำดับคู่เบสที่เป็นคู่สมกันกับ DNA แม่แบบด้วยพันธะไฮโดรเจนได้

↓

extension เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ต่อจากไพร์เมอร์ ทำได้โดยการปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของ DNA polymerase (72°C เวลา 20 วินาที) ทำให้เกิดการจำลองสาย DNA จากสาย DNA แม่แบบ โดยจะสังเคราะห์จากด้าน 5' ของไพรเมอร์ ไปยังด้าน 3' ไปเรื่อยๆ และเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกครั้ง (90-95) ทำให้ DNA สายคู่ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในรอบที่ 1 แยกออกจากกัน และเกิดปฏิกิริยาเคมีในรอบถัดไป

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วศึกษาประเด็นต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ข่าวใหญ่ในวงการแพทย์ ที่เกิดขึ้นก่อนสิ้นปี 2545 นี้คือเรื่องการคลอดของทารก Eve ซึ่งองค์การลัทธิไลเลียน (Raelien Sect) อ้างว่าตนเป็นศาสนาใหม่ที่มีความเชื่อว่ามนุษย์ต่างดาวได้ใช้วิธีการโคลนมนุษย์ชุดแรกไว้ในโลกเมื่อ สองหมื่นห้าพันปีก่อนและมีความเชื่อว่าการโคลนมนุษย์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้เผ่าพันธุ์ของมนุษยชาติได้เข้าถึงความเป็นอมตะได้ในที่สุด ผู้นำ ลัทธินี้ได้อ้างว่าได้ทำ การโคลนมนุษย์ให้แก่คู่ครองจำนวน 10 คู่ ซึ่งต่อมาครึ่งหนึ่งของจำนวนนี้กำลังจะให้กำเนิดทารก ซึ่งทารกที่เกิดจากการโคลนคนแรกของโลกได้เกิดขึ้นในวันที่ 26 ธันวาคมโดยมีแม่เป็นสตรีชาวอเมริกัน และต่อมาในวันที่ 5 มกราคม ทารกคนที่สองซึ่งเกิดจากเทคนิคเดียวกันลืมตามองดูโลกขึ้นเป็นครั้งแรก และต่อไปในอนาคตอันใกล้นี้จะมีคุณแม่อีกหลายคนที่จะให้กำเนิดทารกที่เกิดจากการโคลน

นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์ดังกล่าว เพราะเหตุใด ระบุเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อมูลข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ ไม่เห็นด้วย การโคลนนิ่งมนุษย์ ถือว่าผิดหลักชีวจริยธรรม เนื่องจากมนุษย์ที่เกิดจากการโคลนอาจทำให้มีปัญหาต่อสถาบันครอบครัว เช่น อาจมีจิตใจที่ไม่เหมือนมนุษย์ทั่วไป และอาจเสี่ยงที่จะเกิดมนุษย์ที่มียีนผิดปกติจากกระบวนการโคลนที่ขาดประสิทธิภาพและอาจมีอายุสั้น

3. ความพยายามโคลนนิ่งมนุษย์ของนักวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการตัดแต่งยีนเพื่อสร้างมนุษย์สายพันธุ์ใหม่ขึ้นมาที่สมบูรณ์เพียบพร้อมด้วยลักษณะเชิงกายภาพและสติปัญญา รวมทั้งโรคภัยไข้เจ็บที่จะถูกถ่ายทอดออกมาจากยีนพันธุกรรมก็จะถูกตัดแต่งกำจัดทิ้งไปแล้วนำยีนที่ดีเข้าไปทดแทน เหลือเพียงส่วนดีที่ต้องการเท่านั้นให้แสดงลักษณะเด่นออกมา ถ้าวิธีการเช่นนี้ประสบความสำเร็จในสัตว์ทดลอง นักวิทยาศาสตร์ก็จะนำมาปรับใช้เพื่อสร้างเด็กตัดแต่งยีนที่สามารถให้เด็กได้ตามความต้องการหรือที่เรียกว่า “เด็กสั่งตัด” (เหมือนเสื้อผ้าที่สามารถสั่งตัดได้ตามความต้องการของผู้สวมใส่) นักเรียนจะสนับสนุนหรือคัดค้านกับข้อความที่ว่า “เด็กสั่งตัด” พร้อมให้เหตุผลประกอบ

แนวการตอบ คัดค้าน เพราะเด็กที่เกิดจากการตัดแต่งยีน อาจมีความเสี่ยงที่จะได้รับการตัดแต่งยีนที่ผิดพลาด แล้วทำให้เกิดผลเสียต่อเด็กที่ถูกตัดแต่งยีน ซึ่งถือว่าผิดชีวจริยธรรม และยีนในร่างกายมนุษย์มีอยู่จำนวนมาก การหายีนที่มีความบกพร่องทำได้ยาก การทำต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและความเชี่ยวชาญ จึงไม่เห็นด้วยที่จะทำการทดลองตัดแต่งยีนในเด็ก ปัจจุบันมีการศึกษายีนเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมน้อยๆ เช่น แมลงหวี่มีโครโมโซม 4 คู่ 160 ล้านคู่เบส

ตาราง นิยามองค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

นิยาม	องค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบการโต้แย้งของ Toulmin
ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. การอ้างข้อสรุป
	2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	2. การระบุข้อมูลและหลักฐาน
	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป	3. การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตาราง เกณฑ์การประเมินแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (3 คะแนน)	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดบางส่วน	นักเรียนไม่ได้ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงเลยหรือข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความสอดคล้องหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป (2 คะแนน)		หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย √ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
สาระสำคัญ					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
4. สอดคล้องกับเนื้อหา					
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน					
สาระการเรียนรู้					
7. เหมาะสมกับเวลา					
8. มีความยากง่ายพอเหมาะ					
9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน					
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
10. เร้าความสนใจผู้เรียน					
11. สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้					
12. เหมาะสมกับเวลาที่สอน					
13.กิจกรรมลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก					
14. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
สื่อการเรียนการสอน					
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
17. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
18. เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน					
19. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน					
การวัดและประเมินผล					
20. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
21. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
22. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม					

ตาราง 14 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
ตอนที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (8 แผน)							
สาระสำคัญ							
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	35	36	37	36	35	179	35.8
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	36	37	36	36	36	181	36.2
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	33	34	35	33	37	172	34.4
จุดประสงค์การเรียนรู้							
4. สอดคล้องกับเนื้อหา	36	38	38	37	38	187	37.4
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	35	36	37	37	35	180	36
6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	34	34	34	35	34	171	34.2
สาระการเรียนรู้							
7. เหมาะสมกับเวลา	35	34	34	37	33	173	34.6
8. มีความยากง่ายพอเหมาะ	36	36	36	37	36	181	36.2
9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน	36	36	36	36	35	179	35.8
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
10. เร้าความสนใจผู้เรียน	36	35	35	36	34	176	35.2
11. สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	37	38	37	38	38	188	37.6
12. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	36	36	37	36	35	180	36
13.กิจกรรมลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	37	37	36	37	37	184	36.8
14. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	37	36	36	35	36	180	36

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน					รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
สื่อการเรียนการสอน							
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	36	37	37	37	37	184	36.8
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	37	37	36	36	37	183	36.6
17. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	37	37	37	37	35	183	36.6
18. เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	36	34	35	36	36	177	35.4
19. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน	36	37	37	38	36	184	36.8
การวัดและประเมินผล							
20. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	36	36	35	36	36	179	35.8
21. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	36	37	37	35	37	182	36.4
22. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	37	38	38	39	36	188	37.6
รวม	790	796	796	800	789	3,971	794.2
เฉลี่ย	4.49	4.52	4.52	4.55	4.48	4.51	4.51
ระดับคุณภาพของแผน	เหมาะสมมากที่สุด						

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 15 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
ตอนที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (8 แผน)							
สาระสำคัญ							
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	36	36	37	32	35	176	35.2
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	36	37	36	35	35	179	35.8
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	33	33	35	33	32	166	33.2
จุดประสงค์การเรียนรู้							
4. สอดคล้องกับเนื้อหา	37	37	38	34	38	184	36.8
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	36	32	36	35	35	174	34.8
6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	34	34	34	33	34	169	33.8
สาระการเรียนรู้							
7. เหมาะสมกับเวลา	32	34	34	33	32	165	33
8. มีความยากง่ายพอเหมาะ	36	33	34	34	34	171	34.2
9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน	33	35	34	33	33	168	33.6
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
10. เร้าความสนใจผู้เรียน	35	31	34	30	33	163	32.6
11. สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้	34	37	35	32	34	172	34.4
12. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	34	34	32	32	30	162	32.4
13. กิจกรรมลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	34	36	33	31	36	170	34
14. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	37	35	36	32	34	174	34.8

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน					รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5		
สื่อการเรียนการสอน							
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	33	35	35	37	34	174	34.8
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	33	34	34	32	33	166	33.2
17. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	35	33	35	34	32	169	33.8
18. เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	34	32	34	32	33	165	33
19. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน	33	33	33	32	35	166	33.2
การวัดและประเมินผล							
20. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	33	36	32	32	34	167	33.4
21. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	35	33	35	34	33	170	34
22. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	33	35	32	37	35	172	34.4
รวม	756	755	758	729	744	3,742	748.4
เฉลี่ย	4.30	4.29	4.31	4.14	4.23	4.25	4.25
ระดับคุณภาพแผน	เหมาะสมมาก						

แบบทดสอบ ก่อนเรียน-หลังเรียน
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว31242
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

****

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องมากที่สุดในกระดาษคำตอบ

2. เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที

3. ข้อสอบมี 5 หน้า จำนวน 30 ข้อ

****

1. ข้อใดหมายถึงพันธุวิศวกรรม

ก. การทำให้สิ่งมีชีวิตเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด

ข. การสร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ให้มีลักษณะพันธุกรรมเหมือนเดิมทุกประการ

ค. การสอดใส่ยีนที่ต้องการเข้าไปทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีลักษณะพันธุกรรมเปลี่ยนไป

ง. ถูกทุกข้อ

2. การใช้เซลล์หรือการเปลี่ยนรูปสารเคมีให้กลายเป็นผลผลิตที่เกิดประโยชน์ตามต้องการเรียกว่าอะไร

ก. gene targeting

ข. transgenic technology

ค. biotechnology

ง. recombinant DNA technology

3. เทคโนโลยีในข้อใดถูกนำมาใช้ในกระบวนการสร้างสายดีเอ็นเอที่ประกอบไปด้วยยีนจากสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์กัน

ก. gene targeting　　ข. transgenic technology

ค. biotechnology　　ง. recombinant DNA technology

4. ข้อใดไม่ใช่เทคโนโลยีชีวภาพ

ก. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ข. การถ่ายฝากตัวอ่อน

ค. การผสมเทียม

ง. การแยกโมเลกุล DNA โดย gel electroghoresis

พหุปัญญา ศึกโต ชีเว

5. เอนไซม์ตัดจำเพาะมีหน้าที่อย่างไร

ก. ตัดสาย DNA ตรงบริเวณที่มีลำดับเบสจำเพาะ

ข. ตัดสาย DNA ตรงบริเวณที่มียีนและมีคู่เบสซ้ำๆ กัน

ค. ตัดสาย DNA ของพลาสติดและตัดสาย RNA ของยูคาริโอต

ง. ตัดสาย DNA ของยูคาริโอตและตัดสาย RNA ของโพรคาริโอต

6. เอนไซม์ในข้อใดใช้ในการเชื่อมต่อ DNA ซึ่งมียีนที่ต้องการกับ DNA ของพลาสมิด

ก. DNA ligase ข. DNA polymerase

ค. DNA transcriptase ง. DNA recombinase

7. เอนไซม์ Eco RI เป็นเอนไซม์ตัดจำเพาะในการตัดสาย DNA ที่ตำแหน่งของลำดับเบสระหว่างลำดับเบสใด

ก. G กับ G ข. A กับ G

ค. G กับ C ง. A กับ A

8. สารในข้อใดที่มีการใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้สำเร็จแล้วในปัจจุบัน

ก. ไคทิน ข. เพปซิน

ค. ออกซิน ง. อินซูลิน

9. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของพลาสมิดที่ใช้ในการโคลนยีน

ก. มียีนต้านทานยาปฏิชีวนะ

ข. มีตำแหน่งตัดจำเพาะที่เหมาะสม

ค. มียีนสร้างเอนไซม์ที่มีลักษณะเฉพาะ

ง. มีความสามารถในการแทรกเข้าสู่เซลล์อื่น ๆ ได้

10. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของการทำ PCR

ก. ไพรเมอร์ ข. DNA แม่แบบ

ค. นิวคลีโอไทด์ A ง. นิวคลีโอไทด์ U

11. การโคลนโดยอาศัยแบคทีเรีย มีข้อดีกว่าการโคลนด้วยเทคนิค PCR อย่างไร

ก. มีความจำเพาะสูง

ข. สามารถจำกัดจำนวนได้

ค. สามารถซ่อมแซมส่วนที่ผิดปกติได้

ง. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ง่ายกว่า

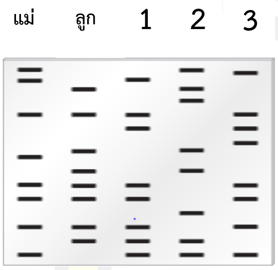
พหุนํา ปณ ศึกโต ชีเว

12. การทำ PCR จำนวน 8 รอบ จะได้จำนวน DNA กี่โมเลกุล หากเริ่มต้นเพียง DNA โมเลกุลเดียว

ก. 16 โมเลกุล ข. 64 โมเลกุล

ค. 128 โมเลกุล ง. 256 โมเลกุล

13. จากลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



ก. หมายเลข 1 คือ พ่อของลูก

ข. หมายเลข 2 คือ พ่อของลูก

ค. หมายเลข 3 คือ พ่อของลูก

ง. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอต่อการระบุ

14. การตัดต่อยีน BT จากแบคทีเรียเข้าสู่พืชจะมีผลต่อพืชอย่างไร

ก. สร้างวิตามินเอ

ข. ทำลายตัวอ่อนของแมลง

ค. ต้านทานเชื้อไวรัสบางชนิด

ง. ต้านทานสารปราบวัชพืชบางชนิด

15. เอนไซม์ชนิดใด ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้าง Recombinant DNA

ก. restriction enzyme ข. DNA ligase

ค. DNA transcriptase ง. ข้อ ก และ ข ถูก

16. พันธุวิศวกรรม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสารใดที่กระทำได้เป็นผลสำเร็จแล้ว

ก. อินซูลิน , อินเตอร์ฟีรอน

ข. เอนไซม์ในผงซักฟอก , ฮอร์โมนโกรท

ค. วัคซีนแก้โรคตับอักเสบชนิดบี , วัคซีนโรคปากเท้าเปื่อยในสัตว์

ง. ทั้ง ก , ข และ ค ถูกต้อง

17. ข้อใดไม่ถูกต้องตามความหมาย "โคลนนิ่ง"

ก. โคลนนิ่งใช้ได้เฉพาะกับสัตว์ชั้นสูงเท่านั้น

ข. โคลนนิ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

ค. โคลนนิ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ง. โคลนนิ่งกับพันธุวิศวกรรมมีความหมายเดียวกัน

18. ผลที่ได้จากพันธุวิศวกรรม ปัจจุบันได้นำมาใช้โดยมีผลสำเร็จมากที่สุดในเรื่องใด

ก. พลังงานทดแทน

ข. อุตสาหกรรมยา

ค. การปรับปรุงพันธุ์พืช

ง. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์

19. GMOs ย่อมาจากอะไร

ก. Genetcally Modified Orgnisms

ข. Genet Modified Orgnisms

ค. Genetcally Miracle Orgnisms

ง. Genet Miracle Orgnisms

20. การตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอสามารถตรวจสอบได้จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ยกเว้นข้อใด

ก. เส้นผม ข. ลายนิ้วมือ

ค. คราบอสุจิ ง. คราบเลือด

21. ข้อใดเป็นพืชที่ผ่านการดัดแปรพันธุกรรม

ก. ข้าวที่ผลิตวิตามินเอ

ข. มะม่วงที่ผลิตเอทิลีน

ค. ส้มที่ผลิตวิตามินซีปริมาณสูง

ง. พุทธรักษาที่มีหลายสีในดอกเดียว

22. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอถูกนำมาประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ก. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ต้านทานโรคต่าง ๆ

ข. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ย่อยสลายสารเคมีตกค้าง

ค. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ผลิตสารที่มีประโยชน์แก่มนุษย์

ง. สร้างสิ่งมีชีวิตที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศ

23. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ก. การผลิตยาหรือฮอร์โมนเพื่อใช้รักษาผู้ป่วย

ข. การผลิตสารอาหารที่ขาดแคลน

ค. การต้านทานยาปฏิชีวนะของไวรัส

ง. การเพิ่มปริมาณผลผลิต

24. เด็กหลอดแก้วคือการผสมแบบใด

ก. การฉีดอสุจิเข้าไปในท่อรังไข่

ข. การนำอสุจิและไข่ออกมาผสมนอกร่างกาย

ค. การนำไข่และอสุจิเข้าไปผสมในร่างกาย

ง. การยิงอสุจิเข้าไปในชั้นไซโทพลาซึมของไข่

25. ในการตรวจสอบคดีฆาตกรรม ชิ้นส่วนใดที่สามารถใช้นำมาทำเทคนิค PCR เพื่อ ตรวจสอบ DNA ของคนร้ายได้

ก. เสื้อผ้าของคนร้าย ข. ลายนิ้วมือ

ค. หยดเลือด ง. ถูกต้องทุกข้อ

26. สิ่งมีชีวิตใดถูกโคลนเป็นตัวแรกของโลก

ก. ไก่ ข. แกะดอลลี่

ค. โคแฟงกัส ง. สุกร

27. ปัญหาสำคัญในการวิจัยเกี่ยวกับการรักษาโรคในคนโดยเทคนิคพันธุวิศวกรรมคือ

ก. การตัดต่อยีน

ข. การปรับควบคุมการทำงานของยีน

ค. การสังเคราะห์ยีน

ง. การหาลำดับเบสของยีน

28. การนำเทคโนโลยีทาง DNA มาใช้ในทางการแพทย์เพื่อการแก้ปัญหาโรคที่เกิดจากความผิดปกติ คือวิธีการใด

ก. เทคนิค PCR

ข. ลายพิมพ์ DNA

ค. การบำบัดด้วยยีน (gene therapy)

ง. การหาลำดับ DNA

29. ควรใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมใดเพื่อการตรวจสอบโรคที่เกิดจากเอดส์ ตั้งแต่ระยะแรกที่ไวรัสยังไม่เพิ่มมากนัก

ก. PCR ข. Protein engineering

ค. Monclonal ง. Cloning

30. กำหนดให้อักษรต่างๆ ต่อไปนี้แทนขั้นตอนการทำ recombinant DNA

1 = ตัด DNA ที่มียีนที่ต้องการเป็นชิ้นย่อยๆ ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

2 = เชื่อมต่อ DNA ชิ้นย่อยๆ กับดีเอ็นเอนพาหะ ซึ่งตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

3 = แยก DNA ออกจากเซลล์ผู้ให้ที่มียีนที่ต้องการ

4 = คัดเลือกเซลล์ของแบคทีเรีย (E. coli) ที่มียีนที่ต้องการ

5 = นำ recombinant DNA เข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรีย (E. coli)

ลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องของการทำ recombinant DNA เป็นไปตามข้อใด

ก. 4 > 3 > 1 > 2 > 5 ข. 3 > 1 > 2 > 5 > 4

ค. 4 > 5 > 3 > 2 > 1 ง. 1 > 2 > 5 > 4 > 3

เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน-หลังเรียน

ข้อ		ข้อ		ข้อ	
1	ง	11	ก	21	ก
2	ค	12	ง	22	ข
3	ง	13	ง	23	ง
4	ง	14	ข	24	ข
5	ก	15	ข	25	ค
6	ก	16	ก	26	ข
7	ข	17	ข	27	ง
8	ง	18	ค	28	ค
9	ง	19	ก	29	ก
10	ง	20	ข	30	ข

ตาราง 16 ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเนื้อหาวิชา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (R)					$\sum R$	$\frac{\sum R}{N}$	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
22	+1	+1	0	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (R)					$\sum R$	$\frac{\sum R}{N}$	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
27	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง

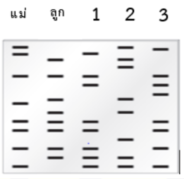
ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
1. ข้อใดหมายถึงพันธุวิศวกรรม	.70	.57	0.8
1. การทำให้สิ่งมีชีวิตเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด			
2. การสร้างสิ่งมีชีวิตใหม่ให้มีลักษณะพันธุกรรมเหมือนเดิมทุกประการ			
3. การสอดใส่ยีนที่ต้องการเข้าไปทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีลักษณะพันธุกรรมเปลี่ยนไป			
4. ถูกทุกข้อ			
2. การใช้เซลล์หรือการเปลี่ยนรูปสารเคมีให้กลายเป็นผลผลิตที่เกิดประโยชน์ตามต้องการเรียกว่าอะไร	.73	.61	1.00
1. gene targeting			
2. transgenic technology			
3. biotechnology			
4. recombinant DNA technology			
3. เทคโนโลยีในข้อใดถูกนำมาใช้ในกระบวนการสร้างสายดีเอ็นเอที่ประกอบไปด้วยยีนจากสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์กัน			
1. gene targeting	.64	.54	0.8
2. transgenic technology			
3. biotechnology			
4. recombinant DNA technology			
4.ข้อใดไม่ใช่เทคโนโลยีชีวภาพ			
1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช			
2. การถ่ายฝากตัวอ่อน			
3. การผสมเทียม			
4. การแยกโมเลกุล DNA โดย gel electroghoresis			

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
5. เอนไซม์ตัดจำเพาะมีหน้าที่อย่างไร 1. ตัดสาย DNA ตรงบริเวณที่มีลำดับเบสจำเพาะ 2. ตัดสาย DNA ตรงบริเวณที่มียีนและมีคู่เบสซ้ำๆ กัน 3. ตัดสาย DNA ของพลาสติดและตัดสาย RNA ของยูคาริโอต 4. ตัดสาย DNA ของยูคาริโอตและตัดสาย RNA ของโพรคาริโอต	.57	.57	1.00
6. เอนไซม์ในข้อใดใช้ในการเชื่อมต่อ DNA ซึ่งมียีนที่ต้องการกับ DNA ของพลาสมิด 1. DNA ligase 2. DNA polymerase 3. DNA transcriptase 4. DNA recombinase	.55	.38	1.00
7. เอนไซม์ Eco RI เป็นเอนไซม์ตัดจำเพาะในการตัดสาย DNA ที่ตำแหน่งของลำดับเบส ระหว่างลำดับเบสใด 1. G กับ G 2. A กับ G 3. G กับ C 4. A กับ A	.68	.76	1.00
8. สารในข้อใดที่มีการใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้สำเร็จแล้วในปัจจุบัน 1. ไคทิน 2. เพปซิน 3. ออกซิน 4. อินซูลิน	.70	.68	0.8
9. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของพลาสมิดที่ใช้ในการโคลนยีน 1. มียีนต้านทานยาปฏิชีวนะ 2. มีตำแหน่งตัดจำเพาะที่เหมาะสม 3. มียีนสร้างเอนไซม์ที่มีลักษณะเฉพาะ 4. มีความสามารถในการแทรกเข้าสู่เซลล์อื่น ๆ ได้			

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
10. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของการทำ PCR 1. ไพรเมอร์ 2. นิวคลีโอไทด์ U 3. นิวคลีโอไทด์ A 4. DNA แม่แบบ	.57	.71	1.0
11. การโคลนโดยอาศัยแบคทีเรีย มีข้อดีกว่าการโคลนด้วยเทคนิค PCR อย่างไร 1. มีความจำเพาะสูง 2. สามารถจำกัดจำนวนได้ 3. สามารถซ่อมแซมส่วนที่ผิดปกติได้ 4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ง่ายกว่า	.60	.66	0.8
12. การทำ PCR จำนวน 8 รอบ จะได้จำนวน DNA กี่โมเลกุล หากเริ่มต้นเพียง DNA โมเลกุลเดียว 1. 16 โมเลกุล 2. 64 โมเลกุล 3. 128 โมเลกุล 4. 256 โมเลกุล	.71	.53	1.00
13. จากลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง  1. หมายเลข 1 คือ พ่อของลูก 2. หมายเลข 2 คือ พ่อของลูก 3. หมายเลข 3 คือ พ่อของลูก 4. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอต่อการระบุ	.75	.43	1.00
14. การตัดต่อยีน BT จากแบคทีเรียเข้าสู่พืชจะมีผลต่อพืชอย่างไร 1. สร้างวิตามินเอ 2. ทำลายตัวอ่อนของแมลง 3. ต้านทานเชื้อไวรัสบางชนิด 4. ต้านทานสารปราบวัชพืชบางชนิด			

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
15. เอนไซม์ชนิดใด ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้าง recombinant DNA	.70	.68	0.8
1. restriction enzyme 2. DNA ligase			
3. DNA transcriptase 4. ข้อ ก. และ ข. ถูก			
16. พันธุวิศวกรรม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตสารใดที่กระทำได้เป็นผลสำเร็จแล้ว	.68	.43	1.00
1. อินซูลิน , อินเตอร์ฟีรอน			
2. เอนไซม์ในผงซักฟอก, ฮอร์โมนโกรท			
3. วัคซีนแก้โรคตับอักเสบชนิดบี, วัคซีนโรคปากเท้าเปื่อยในสัตว์			
4. ทั้ง 1 , 2 และ 3 ถูกต้อง			
17. ข้อใดไม่ถูกต้องตามความหมาย "โคลนนิ่ง"	.60	.57	0.8
1. โคลนนิ่งใช้ได้เฉพาะกับสัตว์ชั้นสูงเท่านั้น			
2. โคลนนิ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ			
3. โคลนนิ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ			
4. โคลนนิ่งกับพันธุวิศวกรรมมีความหมายเดียวกัน			
18. ผลที่ได้จากพันธุวิศวกรรม ปัจจุบันได้นำมาใช้โดยมีผลสำเร็จมากที่สุดในเรื่องใด	.57	.53	1.00
1. พลังงานทดแทน 2. อุตสาหกรรมยา			
3. การปรับปรุงพันธุ์พืช 4. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์			
19. GMOs ย่อมาจากอะไร	.55	.46	1.00
1. Genetcally Modified Orgnisms			
2. Genet Modified Orgnisms			
3. Genetcally Miracle Orgnisms			
4. Genet Miracle Orgnisms			

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
20. การตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอสามารถตรวจสอบได้จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ยกเว้นข้อใด 1. เส้นผม 2. ลายนิ้วมือ 3. คราบอสุจิ 4. คราบเลือด	.68	.62	1.00
21. ข้อใดเป็นพืชที่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรม 1. ข้าวที่ผลิตวิตามินเอ 2. มะม่วงที่ผลิตเอทิลีน 3. ส้มที่ผลิตวิตามินซีปริมาณสูง 4. พุทธรักษาที่มีหลายสีในดอกเดียว	.43	.74	1.00
22. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอถูกนำมาประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอย่างไร 1. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ต้านทานโรคต่าง ๆ 2. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ย่อยสลายสารเคมีตกค้าง 3. สร้างสิ่งมีชีวิตที่ผลิตสารที่มีประโยชน์แก่มนุษย์ 4. สร้างสิ่งมีชีวิตที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนในอากาศ	.54	.65	0.6
23. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 1. การเพิ่มปริมาณผลผลิต 2. การผลิตสารอาหารที่ขาดแคลน 3. การต้านทานยาปฏิชีวนะของไวรัส 4. การผลิตยาหรือฮอร์โมนเพื่อใช้รักษาผู้ป่วย	.57	.55	1.00
24. เด็กหลอดแก้วคือการผสมแบบใด 1. การฉีดอสุจิเข้าไปในท่อรังไข่ 2. การนำอสุจิและไข่ออกมาผสมนอกร่างกาย 3. การนำไข่และอสุจิเข้าไปผสมในร่างกาย 4. การยิงอสุจิเข้าไปในชั้นไซโทพลาซึมของไข่	.57	.55	1.00

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
25. ในการตรวจสอบคดีฆาตกรรม ชิ้นส่วนใดที่สามารถใช้นำมาทำเทคนิค PCR เพื่อตรวจสอบ DNA ของคนร้ายได้ 1. เสื้อผ้าของคนร้าย 2. ลายนิ้วมือ 3. หยดเลือด 4. ถูกต้องทุกข้อ	.60	.60	0.8
26. สิ่งมีชีวิตใดถูกโคลนเป็นตัวแรกของโลก 1. ไก่ 2. แกะดอลลี่ 3. โคแฟงกัส 4. สุกร	.41	.68	1.00
27. ปัญหาสำคัญในการวิจัยเกี่ยวกับการรักษาโรคในคนโดยเทคนิคพันธุวิศวกรรมคือ 1. การตัดต่อยีน 2. การปรับควบคุมการทำงานของยีน 3. การสังเคราะห์ยีน 4. การหาลำดับเบสของยีน	.45	.56	0.8
28. การนำเทคโนโลยีทาง DNA มาใช้ในทางการแพทย์เพื่อการแก้ปัญหาโรคที่เกิดจากความผิดปกติ คือวิธีการใด 1. เทคนิค PCR 2. การบำบัดด้วยยีน (gene therapy) 3. ลายพิมพ์ DNA 4. การหาลำดับ DNA	.68	.70	1.00
29. ควรใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมใดเพื่อการตรวจสอบโรคที่เกิดจากเอดส์ตั้งแต่ระยะแรกที่ไวรัสยังไม่เพิ่มมากนัก 1. PCR 2. Protein engineering 3. Monclonal 4. Cloning	.70	.54	1.00

ตาราง 17 (ต่อ)

แบบทดสอบ	คะแนนการพิจารณา		
	P	B	IOC
30. กำหนดให้อักษรต่างๆ ต่อไปนี้แทนขั้นตอนการทำ recombinant DNA ก = ตัด DNA ที่มียีนที่ต้องการเป็นชิ้นย่อยๆ ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ข = เชื่อมต่อ DNA ชิ้นย่อยๆ กับดีเอ็นเอนพาหะ ซึ่งตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ค = แยก DNA ออกจากเซลล์ผู้ให้ที่มียีนที่ต้องการ ง = คัดเลือกเซลล์ของแบคทีเรีย (E. coli) ที่มียีนที่ต้องการ จ = นำ recombinant DNA เข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรีย (E. coli) ลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องของการทำ recombinant DNA เป็นไปตามข้อใด 1. ง > ค > ก > ข > จ 2. ค > ก > ข > จ > ง 3. ง > จ > ค > ข > ก 4. ก > ข > จ > ง > ค 30.สีที่ใช้ย้อม DNA ในเทคนิค Gel electroghoresis 1. Ethidium bromide 2. Eromthymol blue 3. Ethylene blue 4. Eosin	.75	.62	0.8

ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.75

ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.76

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.79

แบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. “ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมควรถูกห้าม กลุ่มอนุรักษ์พันธุ์พืชและสัตว์ป่ากำลังเรียกร้องให้ยกเลิกข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถูกทำลายโดยสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพฆ่าข้าวโพดพันธุ์เดิมได้ สารฆ่าวัชพืชใหม่นี้จะฆ่าวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพด

นักอนุรักษ์บอกว่า เนื่องจากวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ โดยเฉพาะแมลง การใช้สารฆ่าวัชพืชใหม่กับข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม แต่ผู้สนับสนุนการใช้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมบอกว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่าจะไม่เป็นเช่นนั้น”

นักเรียนเห็นว่าควรห้ามการใช้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยัน พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

....

2. ถ้ามีการเลือกยอดสัตว์แห่งปี พ.ศ. 2540 ดอลลีจะต้องได้รับตำแหน่งนี้อย่างแน่นอน ดอลลีเป็นแกะสัญชาติสก๊อต แต่ดอลลีไม่ใช่แกะธรรมดา ดอลลี่เป็นสำเนา (Clone) ของแกะอีกตัวหนึ่ง การโคลนนิ่ง (Cloning) หมายถึง การทำสำเนาจากต้นฉบับ นักวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จในการสร้างแกะ (ดอลลี) ให้เหมือนกับแกะที่เป็นต้นฉบับทุกอย่าง

นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็กๆจากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้ เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งที่อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะ ตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่า ภายใน 2-3 ปีนี้ เป็นไปได้ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์ แต่รัฐบาลหลายประเทศได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการทำโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว

นักเรียนเห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์หรือไม่ เพราะเหตุใด ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

แนวการตอบ

3. ปลาแซลมอนดัดแปลงพันธุกรรม หรือ AquAdvantage® Salmon เป็นสัตว์ชนิดแรกที่ได้รับอนุญาตให้เพาะเลี้ยงในเชิงการค้าในสหรัฐอเมริกา แซลมอนดัดแปรพันธุกรรมนี้ จะมียีนที่ผลิตฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตจาก Pacific Chinook salmon ปลาแซลมอนธรรมชาติในมหาสมุทรแปซิฟิก มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาแซลมอนด้วยกัน และโตเร็วมาบวกกับยีนตั้งต้นจากปลาไหลทะเล (ocean pout) ที่ช่วยสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต จึงทำให้มีดีเอ็นเอต่างจากแซลมอนปกติ กินอาหารได้มากขึ้น ตัวใหญ่เร็วขึ้นกว่าปกติถึงหนึ่งเท่าตัว แซลมอนปกติใช้เวลาเลี้ยง 32-36 เดือน ถึงจะได้ขนาดส่งตลาด 5-7 กก. แต่แซลมอนตัวนี้ย่นเวลาเหลือแค่ 16-18 เดือนเท่านั้น

“ตอนนี้สามารถนำเข้าไข่ AquAdvantage Salmon ไปยังโรงงานเพาะปลูกของ บริษัท ในรัฐอินเดียนาได้แล้ว” Scott Gottlieb ผู้บัญชาการสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (FDA) กล่าวในแถลงการณ์ “ ปลาชนิดนี้ปลอดภัยที่จะกิน โครงสร้างทางพันธุกรรมที่เพิ่มเข้าไปในจีโนมของปลานั้นปลอดภัยสำหรับสัตว์”

นักเรียนเห็นด้วยกับบทความข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันว่าปลาแซลมอนตัดแต่งยีนนี้ควรรับประทานหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

4. ยีนบำบัด หมายถึง การนำดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นยาชนิดหนึ่งที่ไปแก้ไขผลกระทบของยีนกลายพันธุ์ภายในร่างกาย ออกฤทธิ์โดยตรงและแม่นยำที่การกลายพันธุ์ ทำให้เกิดผลในรักษาโรค ยีนบำบัดซึ่งรู้จักกันอีกชื่อว่า การเคลื่อนย้ายหน่วยพันธุกรรม มีความแตกต่างอย่างมากจากการรักษาอื่นที่มีอยู่ เพราะวิธีการนี้มุ่งรักษาที่การสร้างยีนที่ผิดปกติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีทางการเกิดโรคอย่างสิ้นเชิง จึงทำได้มากกว่าเพียงแค่การรักษาโรค

ยีนบำบัดมี 2 ประเภท ได้แก่ ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกาย (Somatic gene therapy) และยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ (Germline gene therapy) ขณะที่ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกายจะเป็นการผนวกดีเอ็นเอไว้ในเซลล์ อย่างเช่น ไขกระดูก แต่ไม่ผนวกไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ จึงสามารถดัดแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (Genome) ได้ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะสามารถสืบทอดให้กับลูกหลานในอนาคตของผู้ป่วยได้ ดังนั้น ยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จึงมีศักยภาพในการกำจัดโรคทางพันธุกรรมบางอย่างอย่างถาวรได้ ในขณะที่เรื่องนี้ฟังดูมีความหวังเป็นอย่างมาก เรายังคงต้องพึงตระหนักว่าเทคโนโลยีนี้ยังคงอยู่ในขั้นทดลอง และเนื่องจากการที่ความรู้ยังมีไม่มากพอในด้านความเสี่ยงกับเหตุผลทางด้านจริยธรรม ยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จึงยังเป็นประเด็นที่ละเอียดอ่อน และในปัจจุบันประเทศส่วนใหญ่ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในมนุษย์

นักเรียนเห็นด้วยกับการรักษาโรคด้วยยีนบำบัด ที่กล่าวข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

....

....

5. สิทธิบัตร เป็นรูปแบบการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาแบบหนึ่งที่ให้ความคุ้มครองสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ การให้สิทธิบัตรจะทำให้นักประดิษฐ์มีกำลังใจที่จะทำงานประดิษฐ์ต่อไป ผู้ใดก็ตามที่ประดิษฐ์ลอกเลียน หรือหาผลประโยชน์จากวัตถุที่อยู่ภายใต้การคุ้มครองแห่งสิทธิบัตรโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ถือสิทธิบัตรจะมีความผิดและอาจได้รับการลงโทษทางกฎหมาย ซึ่งปัจจุบันความก้าวล้ำทางเทคโนโลยีชีวภาพนี้ได้สร้างประเด็นข้อถกเถียงในการขอจดสิทธิบัตรในสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนี้อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะนี้คือเรื่องของ "การจดสิทธิบัตรยีน" จากกรณี เรื่องการออกสิทธิบัตรสำหรับยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งเต้านมซึ่งเป็นเรื่องที่มีคดีความยืดเยื้อในประเทศสหรัฐอเมริกามาหลายปี สิทธิบัตรสำหรับยีนในคดีนี้ เป็นของยีน BRCA1 และ BRCA2 ซึ่งอยู่ในกลุ่มยีนที่เกี่ยวกับการยับยั้งการเกิดเนื้องอก (tumor suppressor gene) การกลายหรือมิวเทชัน (mutation) ของยีนทั้งสองนี้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งรังไข่ สำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Patent and Trademark Office: USPTO) ได้ออกสิทธิบัตรสำหรับลำดับเบสและเทคโนโลยีการตรวจหามิวเทชันในยีนทั้งสองนี้ให้กับหน่วยงานที่ยื่นขอจดสิทธิบัตรตั้งแต่สิบกว่าปีที่ผ่านมา จากนั้นได้มีหน่วยงานอื่นๆ ออกมาโต้แย้งการออกสิทธิบัตรสำหรับยีน BRCA นี้ และมีการฟ้องร้องกันไปมาจนถึงศาลชั้นสูง

นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจดสิทธิบัตรยีน เห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

....

....

6. การคัดพันธุ์หรือการเลือกเพศมนุษย์ มีแนวโน้มว่าการวิจัยทางพันธุศาสตร์จะสามารถบอกเราได้ว่าเรามีวิธีคัดเลือกมนุษย์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการได้ เช่น ให้เป็นเพศ หญิง หรือ ชาย มีความแข็งแรง ไม่เป็นโรคทางพันธุกรรมบางอย่าง (เช่น โรค Thalassemia) ปัจจุบันนี้แพทย์สามารถคัดเลือกตัวอ่อนที่มีลักษณะที่ต้องการได้ เราควรปล่อยให้เกิดการคัดเลือกเช่นนี้หรือไม่ ในข่าวล่าสุดนักวิทยาศาสตร์พบว่าในการผสมเทียม มีสารพันธุกรรม (ส่วนที่เรียกว่า mitochondrial DNA) ของบุคคลที่สามปนเปื้อนเข้าไปในตัวอ่อนที่ปฏิสนธิด้วย เกิดเป็น Genetically Modified baby (GM baby) ทำให้เด็กที่เกิดมามีสารพันธุกรรมแปลกปลอมในตัวเองจากคนอื่นที่ไม่ใช่พ่อแม่ของตนเอง มีคำถามว่าเราควรปล่อยให้เรื่องนี้ดำเนินต่อไป สนับสนุนให้ทำวิจัยมากขึ้น หรือควรมีมาตรการใดยับยั้งการกระทำนี้

นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร เห็นด้วยกับการผสมเทียมที่แทรกสารพันธุกรรมแปลกปลอมหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

....

....

7. เมื่อกลางปี 2020 นักวิจัยประสบความสำเร็จในการทำให้อวัยวะของมนุษย์ใสราวกับ “ล่องหน” ได้โดยใช้เทคนิคการพรางตัวแบบเดียวกันกับที่หมึกกล้วยใช้ ซึ่งจุดประสงค์หลักของการทดลองนี้ก็เพื่อใช้ในการรักษาและส่องดูอวัยวะภายในที่บาดเจ็บหรือกระดูกหักได้โดยไม่ต้องใช้รังสีเอ็กซเรย์ เพื่อลดโอกาสการเกิดโรคมะเร็งนั่นเอง

(เพิ่มเติม) หมึกเป็นสัตว์เพียงไม่กี่ชนิดในโลก ที่สามารถพรางตัวได้ด้วยการเปลี่ยนสีลำตัวได้อย่างรวดเร็วคล้ายกับสีของหลอดนีออน เนื่องจากเซลล์บนผิวหนังของหมึกที่เรียกว่า Chromatophore ซึ่งอยู่ด้านบนลำตัวมากกว่าด้านข้าง ด้านในมีเม็ดสี เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะดึงผนังของเซลล์เหล่านี้ให้ขยายใหญ่ขึ้น จึงทำให้สีสันของหมึกสามารถแปรเปลี่ยนไปมาได้ ซึ่งการเปลี่ยนสีของหมึกนั้นไม่ได้ไปเป็นเพื่อการพรางตัวอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังแสดงออกถึงอารมณ์ได้อีกด้วย ในกลุ่มหมึกกระดองในเวลากลางวัน อาจจะซุกซ่อนตัวเพื่อพักผ่อน ด้วยการใช้ท่อพ่นน้ำที่เรียกว่า Funnel พ่นพื้นทรายให้เป็นแอ่ง แล้วซุกซ่อนตัวไว้ใต้ทรายนั้น

นักเรียนเห็นด้วยกับการทำให้อวัยวะมนุษย์ใส โดยใช้เทคนิคเช่นเดียวกับการพรางตัวของหมึกข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

8. ในคดีใหญ่ที่คนในสังคมเฝ้าติดตามอย่างใกล้ชิดคงนี้ไม่พ้นการจับกุมนายประสิทธิชัย เขาแก้ว อายุ 39 ปี ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโพธิ์ชัย ต.หัวไผ่ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี ที่ตกเป็นผู้ต้องสงสัยในคดีชิงทองลพบุรี โดยทางเจ้าหน้าที่ตำรวจจากกองพิสูจน์หลักฐานได้นำทั้งเสื้อผ้า รองเท้าเทียบเคียงหาพยานหลักฐานให้ได้ตัวคนร้าย และการตรวจดีเอ็นผู้ต้องสงสัย โดยดีเอ็นเอที่คนร้ายทิ้งไว้ ที่เป็นไปได้ที่สุดคือ เหงื่อของคนร้าย เพื่อนำมาเทียบเคียง โดยปกติแล้วการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่เราเคยเห็นเจ้าหน้าที่ใช้บ่อยครั้งคือ การตรวจสอบจากลายนิ้วมือ หรือการตรวจสอบจากดีเอ็นเอ

นักเรียนคิดว่าการตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยเหงื่อเป็นไปได้หรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

....

....

....

....

....

....

....

....

ตาราง นิยามองค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

นิยาม	องค์ประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบการโต้แย้งของ Toulmin
ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล โดยใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐาน ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. การอ้างข้อสรุป
	2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	2. การระบุข้อมูลและหลักฐาน
	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป	3. การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ตาราง เกณฑ์การประเมินแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ (3 คะแนน)	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	สรุปเหตุการณ์โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
2. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)		ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความสอดคล้องกับหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดบางส่วน	นักเรียนไม่ได้ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงเลยหรือข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความสอดคล้องหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป (2 คะแนน)		หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความมีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน	หลักฐานเชิงประจักษ์หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปเป็นข้อเท็จจริงที่ระบุลงในเนื้อความไม่มีความถูกต้องตามหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1. "ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมควรถูกห้าม กลุ่มอนุรักษ์พันธุ์พืชและสัตว์ป่ากำลังเรียกร้องให้ยกเลิกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถูกทำลายโดยสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพฆ่าข้าวโพดพันธุ์เดิมได้ สารฆ่าวัชพืชใหม่นี้จะฆ่าวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพด

นักอนุรักษ์บอกว่า เนื่องจากวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ โดยเฉพาะแมลง การใช้สารฆ่าวัชพืชใหม่กับข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม แต่ผู้สนับสนุนการใช้ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมบอกว่า การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่าจะไม่เป็นเช่นนั้น"

นักเรียนเห็นว่าควรห้ามการใช้ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยัน พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ควรห้ามการใช้ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถูกทำลายโดยสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ ที่มีประสิทธิภาพฆ่าข้าวโพดพันธุ์เดิมซึ่งสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่จะฆ่าวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพด

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

การใช้ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมควรถูกห้าม เพราะมีการนำสารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่มาใช้ซึ่งส่งผลทำลายวัชพืชเกือบทุกชนิดในไร่ข้าวโพดที่เป็นอาหารของสัตว์เล็กๆโดยเฉพาะแมลง รวมทั้งส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมหรือสารฆ่าวัชพืชอาจปนเปื้อนในข้าวโพดซึ่งไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำตอบ

เห็นด้วยว่าควรห้ามการใช้ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม (3 คะแนน เพราะสรุปสถานการณ์ได้)

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำตอบ

เพราะจากบทความที่กล่าวมาการใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่กับข้าวโพดมาดัดแปรพันธุกรรมเป็นผลเสียต่อระบบนิเวศ (1 คะแนน เพราะระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ว่ามีผลต่อสิ่งแวดล้อม แต่อธิบายต่อไม่ได้ว่า เพราะ เพราะต้องอธิบายว่าข้าวโพดที่ดัดแปรพันธุกรรมมียีนต้านสารฆ่าวัชพืช)

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

คำตอบ

การใช้สารฆ่าวัชพืชในข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ หากใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดใหม่ อาจเป็นผลเสียต่อสัตว์เล็กๆเหล่านี้ (1 คะแนน เพราะสรุปได้ แต่ไม่อธิบายถึงลักษณะของข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมว่า สามารถต้านสารกำจัดวัชพืชได้ เพราฉะนั้นถ้าใช้สารฆ่าวัชพืชกับข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมจะทำให้วัชพืชตายหมด ซึ่งวัชพืชเป็นอาหารของสัตว์เล็ก)

จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนนักเรียนสามารถระบุข้อสรุปเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่อธิบายยังไม่ชัดเจนในข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. ถ้ามีการเลือกยอดสัตว์แห่งปี พ.ศ. 2540 ดอลลีจะต้องได้รับตำแหน่งนี้อย่างแน่นอน ดอลลีเป็นแกะสัญชาติสก๊อต แต่ดอลลีไม่ใช่แกะธรรมดา ดอลลี่เป็นสำเนา (Clone) ของแกะอีกตัวหนึ่ง การโคลนนิ่ง (Cloning) หมายถึง การทำสำเนาจากต้นฉบับ นักวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จในการสร้างแกะ (ดอลลี) ให้เหมือนกับแกะที่เป็นต้นฉบับทุกอย่าง

นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็กๆจากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้ เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งที่อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะ ตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี นักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่า ภายใน 2-3 ปีนี้ เป็นไปได้ที่จะมีการโคลนนิ่งมนุษย์ แต่รัฐบาลหลายประเทศได้ตัดสินใจออกกฎหมายห้ามการทำโคลนนิ่งมนุษย์แล้ว

นักเรียนเห็นด้วยกับการโคลนนิ่งมนุษย์หรือไม่ เพราะเหตุใด ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้นพร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เห็นด้วย เพราะการโคลนนิ่งมนุษย์ถือว่าผิดหลักชีวจริยธรรม

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า แกะดอลลี่เป็นสำเนา(clone)ของแกะอีกตัวหนึ่งซึ่งนักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการสร้างแกะดอลลี่ให้เหมือนกับแกะต้นฉบับทุกอย่าง

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

นักวิทยาศาสตร์ชาวสก๊อตชื่อ เอียน วิลมุต เป็นคนออกแบบเครื่องทำสำเนาแกะ เขานำชิ้นส่วนเล็กๆจากต่อมน้ำนมของแกะตัวเมียที่โตเต็มที่แล้ว (แกะตัวที่ 1) จากชิ้นส่วนเล็กๆ นี้ เขาแยกเอานิวเคลียสออก แล้วก็ปลูกถ่ายนิวเคลียสนี้ลงไปในเซลล์ไข่ของแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 2) ที่แยกเอาสิ่งที่อาจเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแกะ ตัวที่ 2 ออกแล้ว จากนั้นจึงนำไข่จากแกะตัวที่ 2 นี้ ไปปลูกถ่ายลงในแกะตัวเมียอีกตัวหนึ่ง (แกะตัวที่ 3) แกะตัวที่ 3 ตั้งท้องและคลอดลูกออกมาเป็นดอลลี

3. ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม หรือ AquAdvantage® Salmon เป็นสัตว์ชนิดแรกที่ได้รับอนุญาตให้เพาะเลี้ยงในเชิงการค้าในสหรัฐอเมริกา แซลมอนดัดแปรพันธุกรรมนี้ จะมียีนที่ผลิตฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตจาก Pacific Chinook salmon ปลาแซลมอนธรรมชาติในมหาสมุทรแปซิฟิก มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาแซลมอนด้วยกัน และโตเร็วมาบวกกับยีนตั้งต้นจากปลาไหลทะเล (ocean pout) ที่ช่วยสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต จึงทำให้มีดีเอ็นเอต่างจากแซลมอนปกติ กินอาหารได้มากขึ้น ตัวใหญ่เร็วขึ้นกว่าปกติถึงหนึ่งเท่าตัว แซลมอนปกติใช้เวลาเลี้ยง 32-36 เดือน ถึงจะได้ขนาดส่งตลาด 5-7 กก. แต่แซลมอนตัวนี้ย่นเวลาเหลือแค่ 16-18 เดือนเท่านั้น

“ ตอนนี้สามารถนำเข้าไข่ AquAdvantage Salmon ไปยังโรงงานเพาะปลูกของ บริษัทในรัฐอินเดียนาได้แล้ว” Scott Gottlieb ผู้บัญชาการสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (FDA) กล่าวในแถลงการณ์ “ ปลาชนิดนี้ปลอดภัยที่จะกิน โครงสร้างทางพันธุกรรมที่เพิ่มเข้าไปในจีโนมของปลานั้นปลอดภัยสำหรับสัตว์”

นักเรียนเห็นด้วยกับบทความข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันว่าปลาแซลมอนตัดแต่งยีนนี้ควรรับประทานหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เห็นด้วย เพราะการกินปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมอาจไม่มีความปลอดภัย

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า แซลมอนดัดแปรพันธุกรรม จะมียีนที่ผลิตฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโตจาก Pacific Chinook salmon ซึ่งเป็นปลาแซลมอนธรรมชาติในมหาสมุทรแปซิฟิก มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาแซลมอนด้วยกัน และโตเร็วมาบวกกับยีนตั้งต้นจากปลาไหลทะเล (ocean pout) ที่ช่วยสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต จึงทำให้มีดีเอ็นเอต่างจากแซลมอนปกติ กินอาหารได้มากขึ้น ตัวใหญ่เร็วขึ้นกว่าปกติถึงหนึ่งเท่าตัว แซลมอนปกติใช้เวลาเลี้ยง 32-36 เดือน ถึงจะได้ขนาดส่งตลาด 5-7 กก. แต่แซลมอนตัวนี้ย่นเวลาเหลือแค่ 16-18 เดือนเท่านั้น

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

จากการที่ผู้บัญชาการสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (FDA) กล่าวในแถลงการณ์ว่าปลาชนิดนี้ปลอดภัยที่จะกิน และโครงสร้างทางพันธุกรรมที่เพิ่มเข้าไปในจีโนมของปลานั้นปลอดภัยสำหรับสัตว์ แต่ยังไม่มีรายงานการบริโภคปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเพียงใด และยังจะทำปลาสายพันธุ์ดั้งเดิมมีความเสี่ยงที่จะสูญพันธุ์

4. ยีนบำบัด หมายถึง การนำดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นยาชนิดหนึ่งที่ไปแก้ไขผลกระทบของยีนกลายพันธุ์ภายในร่างกาย ออกฤทธิ์โดยตรงและแม่นยำที่การกลายพันธุ์ ทำให้เกิดผลในรักษาโรค ยีนบำบัดซึ่งรู้จักกันอีกชื่อว่า การเคลื่อนย้ายหน่วยพันธุกรรม มีความแตกต่างอย่างมากจากการรักษาอื่นที่มีอยู่ เพราะวิธีการนี้มุ่งรักษาที่การสร้างยีนที่ผิดปกติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีทางการเกิดโรคอย่างสิ้นเชิง จึงทำได้มากกว่าเพียงแค่การรักษาโรค

ยีนบำบัดมี 2 ประเภท ได้แก่ ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกาย (Somatic gene therapy) และยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ (Germline gene therapy) ขณะที่ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกายจะเป็นการผนวกดีเอ็นเอไว้ในเซลล์ อย่างเช่น ไขกระดูก แต่ไม่ผนวกไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ จึงสามารถดัดแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (Genome) ได้ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะสามารถสืบทอดให้กับลูกหลานในอนาคตของผู้ป่วยได้ ดังนั้น ยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จึงมีศักยภาพในการกำจัดโรคทางพันธุกรรมบางอย่างอย่างถาวรได้ ในขณะที่เรื่องนี้ฟังดูมีความหวังเป็นอย่างมาก เรายังคงต้องพึง

ตระหนักว่าเทคโนโลยีนี้ยังคงอยู่ในขั้นทดลอง และเนื่องจากการที่ความรู้ยังมีไม่มากพอในด้านความเสี่ยงกับเหตุผลทางด้านจริยธรรม ยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จึงยังเป็นประเด็นที่ละเอียดอ่อน และในปัจจุบันประเทศส่วนใหญ่ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในมนุษย์

นักเรียนเห็นด้วยกับการรักษาโรคด้วยยีนบำบัด ที่กล่าวข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เห็นด้วย เพราะ ยีนบำบัดที่แทรกไว้สำหรับแก้ไขผลกระทบของยีนกลายพันธุ์ภายในร่างกายอาจจะไปมีผลต่อยีนปกติที่อยู่ข้างเคียงได้

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า ยีนบำบัดมี 2 ประเภท ได้แก่ ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกาย (Somatic gene therapy) และยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ (Germline gene therapy) ขณะที่ยีนบำบัดสำหรับเซลล์ร่างกายจะเป็นการผนวกดีเอ็นเอไว้ในเซลล์ อย่างเช่น ไขกระดูก แต่ไม่ผนวกไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นการนำดีเอ็นเอเข้าไปไว้ในเซลล์สืบพันธุ์ จึงสามารถดัดแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (Genome) ได้

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

ยีนบำบัดจึงเป็นการเคลื่อนย้ายหน่วยพันธุกรรมที่มุ่งรักษาที่การสร้างยีนที่ผิดปกติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีทางการเกิดโรคอย่างสิ้นเชิง ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะสามารถสืบทอดให้กับลูกหลานในอนาคตของผู้ป่วยได้ ดังนั้น ยีนบำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์จึงมีศักยภาพในการกำจัดโรคทางพันธุกรรมบางอย่างอย่างถาวรได้

5. สิทธิบัตร เป็นรูปแบบการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาแบบหนึ่งที่ให้ความคุ้มครองสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ การให้สิทธิบัตรจะทำให้นักประดิษฐ์มีกำลังใจที่จะทำงานประดิษฐ์ต่อไป ผู้ใดก็ตามที่ประดิษฐ์ลอกเลียน หรือหาผลประโยชน์จากวัตถุที่อยู่ภายใต้การคุ้มครองแห่งสิทธิบัตรโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ถือสิทธิบัตรจะมีความผิดและอาจได้รับการลงโทษทางกฎหมาย ซึ่งปัจจุบันความก้าวล้ำทางเทคโนโลยีชีวภาพนี้ได้สร้างประเด็นข้อถกเถียงในการขอจดสิทธิบัตรในสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนี้อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะนี้คือเรื่องของ “การจดสิทธิบัตรยีน” จากกรณี เรื่องการออกสิทธิบัตรสำหรับยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งเต้านมซึ่งเป็นเรื่องที่มีคดีความยืดเยื้อในประเทศสหรัฐอเมริกา

มาหลายปี สิทธิบัตรสำหรับยีนในคดีนี้ เป็นของยีน BRCA1 และ BRCA2 ซึ่งอยู่ในกลุ่มยีนที่เกี่ยวกับการยับยั้งการเกิดเนื้องอก (tumor suppressor gene) การกลายหรือมิวเทชัน (mutation) ของยีนทั้งสองนี้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งรังไข่ สำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Patent and Trademark Office: USPTO) ได้ออกสิทธิบัตรสำหรับลำดับเบสและเทคโนโลยีการตรวจหามิวเทชันในยีนทั้งสองนี้ให้กับหน่วยงานที่ยื่นขอจดสิทธิบัตรตั้งแต่สิบกว่าปีที่ผ่านมา จากนั้นได้มีหน่วยงานอื่นๆ ออกมาโต้แย้งการออกสิทธิบัตรสำหรับยีน BRCA นี้ และมีการฟ้องร้องกันไปมาจนถึงศาลชั้นสูง

นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการจดสิทธิบัตรยีน เห็นด้วยกับคำกล่าวข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เห็นด้วย เพราะอาจมีการหาผลประโยชน์จากรูปแบบการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาในกรณีนี้

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

สิทธิบัตร เป็นรูปแบบการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาแบบหนึ่งที่ให้ความคุ้มครองสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ การให้สิทธิบัตรจะทำให้นักประดิษฐ์มีกำลังใจที่จะทำงานประดิษฐ์ต่อไป ผู้ใดก็ตามที่ประดิษฐ์ ลอกเลียน หรือหาผลประโยชน์จากวัตถุที่อยู่ภายใต้การคุ้มครองแห่งสิทธิบัตรโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ถือสิทธิบัตรจะมีความผิดและอาจได้รับการลงโทษทางกฎหมาย ปัจจุบันความก้าวล้ำทางเทคโนโลยีชีวภาพนี้ได้สร้างประเด็นข้อถกเถียงในการขอจดสิทธิบัตรในสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนี้อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะนี้คือเรื่องของ "การจดสิทธิบัตรยีน"

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

สำนักงานสิทธิบัตรและเครื่องหมายการค้าแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Patent and Trademark Office: USPTO) ได้ออกสิทธิบัตรสำหรับลำดับเบสและเทคโนโลยีการตรวจหามิวเทชันในยีนทั้งสองนี้ให้กับหน่วยงานที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร จากนั้นได้มีหน่วยงานอื่นๆ ออกมาโต้แย้งการออกสิทธิบัตรสำหรับยีน BRCA นี้ และมีการฟ้องร้องกันไปมาจนถึงศาลชั้นสูง

6. การคัดพันธุ์หรือการเลือกเพศมนุษย์ มีแนวโน้มว่าการวิจัยทางพันธุศาสตร์จะสามารถบอกเราได้ว่าเรามีวิธีคัดเลือกมนุษย์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการได้ เช่น ให้เป็นเพศ หญิง หรือ ชาย มีความแข็งแรง ไม่เป็นโรคทางพันธุกรรมบางอย่าง (เช่น โรค Thalassemia) ปัจจุบันนี้แพทย์สามารถคัดเลือกตัวอ่อนที่มีลักษณะที่ต้องการได้ เราควรปล่อยให้เกิดการคัดเลือกเช่นนี้หรือไม่ ในข่าวล่าสุดนักวิทยาศาสตร์พบว่าในการผสมเทียม มีสารพันธุกรรม (ส่วนที่เรียกว่า mitochondrial DNA) ของบุคคลที่สามปนเปื้อนเข้าไปในตัวอ่อนที่ปฏิสนธิด้วย เกิดเป็น Genetically Modified baby (GM baby) ทำให้เด็กที่เกิดมามีสารพันธุกรรมแปลกปลอมในตัวเองจากคนอื่นที่ไม่ใช่พ่อแม่ของตนเอง มีคำถามว่าเราควรปล่อยให้เรื่องนี้ดำเนินต่อไป สนับสนุนให้ทำวิจัยมากขึ้น หรือควรมีมาตรการใดยับยั้งการกระทำนี้

นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร เห็นด้วยกับการผสมเทียมที่แทรกสารพันธุกรรมแปลกปลอมหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

ไม่เห็นด้วยกับการผสมเทียมที่แทรกสารพันธุกรรมแปลกปลอม

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า การคัดเลือกพันธุ์หรือเลือกเพศมนุษย์ จะทำให้ได้มนุษย์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น ให้เป็นเพศหญิง หรือเพศชาย หรือเป็นแฝด ซึ่งมีความแข็งแรง ไม่เป็นโรคทางพันธุกรรมบางอย่าง แต่ล่าสุดนักวิทยาศาสตร์พบว่าในการผสมเทียม มีสารพันธุกรรม (ส่วนที่เรียกว่า mitochondrial DNA) ของบุคคลที่สามปนเปื้อนเข้าไปในตัวอ่อนที่ปฏิสนธิด้วย เกิดเป็น Genetically Modified baby (GM baby) ทำให้เด็กที่เกิดมามีสารพันธุกรรมแปลกปลอมในตัวเองจากคนอื่นที่ไม่ใช่พ่อแม่ของตนเอง

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

การคัดพันธุ์หรือเลือกเพศมนุษย์ ทำกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน และไม่เกิดอันตรายแต่ต้องทำด้วยความระมัดระวังในกรณีที่มีสารพันธุกรรม (ส่วนที่เรียกว่า mitochondrial DNA) ของบุคคลที่สามปนเปื้อนเข้าไปในตัวอ่อนที่ปฏิสนธิ เกิดเป็น Genetically Modified baby (GM baby) ทำให้เด็กที่เกิดมามีสารพันธุกรรมแปลกปลอมในตัวเองจากคนอื่นที่ไม่ใช่พ่อแม่ของตนเองอาจจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกายเด็กที่เกิดมามีสารพันธุกรรมแปลกปลอมปนอยู่

7. เมื่อกลางปี 2020 นักวิจัยประสบความสำเร็จในการทำให้อวัยวะของมนุษย์ใสราวกับ “ล่องหน” ได้ โดยใช้เทคนิคการพรางตัวแบบเดียวกันกับที่หมึกกล้วยใช้ ซึ่งจุดประสงค์หลักของการทดลองนี้ก็เพื่อใช้ในการรักษาและส่องดูอวัยวะภายในที่บาดเจ็บหรือกระดูกหักได้โดยไม่ต้องใช้รังสีเอ็กซเรย์ เพื่อลดโอกาสการเกิดโรคมะเร็งนั่นเอง

(เพิ่มเติม) หมึกเป็นสัตว์เพียงไม่กี่ชนิดในโลก ที่สามารถพรางตัวได้ด้วยการเปลี่ยนสีลำตัวได้อย่างรวดเร็วคล้ายกับสีของหลอดนีออน เนื่องจากเซลล์บนผิวหนังของหมึกที่เรียกว่า Chromatophore ซึ่งอยู่ด้านบนลำตัวมากกว่าด้านข้าง ด้านในมีเม็ดสี เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะดึงผนังของเซลล์เหล่านี้ให้ขยายใหญ่ขึ้น จึงทำให้สีสันของหมึกสามารถแปรเปลี่ยนไปมาได้ ซึ่งการเปลี่ยนสีของหมึกนั้นไม่ได้ไปเป็นเพื่อการพรางตัวอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังแสดงออกถึงอารมณ์ได้อีกด้วย ในกลุ่มหมึกกระดองในเวลากลางวัน อาจจะซุกซ่อนตัวเพื่อพักผ่อน ด้วยการใช้ท่อพ่นน้ำที่เรียกว่า Funnel พ่นพื้นทรายให้เป็นแอ่ง แล้วซุกซ่อนตัวไว้ใต้ทรายนั้น

นักเรียนเห็นด้วยกับการทำให้อวัยวะมนุษย์ใส โดยใช้เทคนิคเช่นเดียวกับการพรางตัวของหมึกข้างต้นหรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

เห็นด้วย เพราะจะทำให้เกิดประโยชน์ในการรักษาโรค

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า จุดประสงค์หลักของการทดลองนี้ก็เพื่อใช้ในการรักษาและส่องดูอวัยวะภายในที่บาดเจ็บหรือกระดูกหักได้โดยไม่ต้องใช้รังสีเอ็กซเรย์ เพื่อลดโอกาสการเกิดโรคมะเร็ง

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

หากจะใช้เทคนิคการพรางตัวแบบเดียวกับหมึก คงเป็นไปได้ยากเพราะหมึกมีการพรางตัวด้วยการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วโดยใช้เซลล์บนผิวหนังของหมึกที่เรียกว่า Chromatophore ซึ่งอยู่ด้านบนลำตัวมากกว่าด้านข้าง ด้านในมีเม็ดสี เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะดึงผนังของเซลล์เหล่านี้ให้ขยายใหญ่ขึ้น จึงทำให้สีสันของหมึกสามารถแปรเปลี่ยนไปมาได้ แต่คนไม่มีสารสีเหล่านั้นที่จะทำตัวใสเหมือนหมึกได้

8. ในคดีใหญ่ที่คนในสังคมเฝ้าติดตามอย่างใกล้ชิดคงนี้ไม่พ้นการจับกุมนายประสิทธิชัย เขาแก้ว อายุ 39 ปี ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโพธิ์ชัย ต.หัวไผ่ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี ที่ตกเป็นผู้ต้องสงสัยในคดีชิงทองลพบุรี โดยทางเจ้าหน้าที่ตำรวจจากกองพิสูจน์หลักฐานได้นำทั้งเสื้อผ้า รองเท้าเทียบเคียงหาพยานหลักฐานให้ได้ตัวคนร้าย และการตรวจดีเอ็นผู้ต้องสงสัย โดยดีเอ็นเอที่คนร้ายทิ้งไว้ ที่เป็นไปได้

ที่สุดคือ เหงื่อของคนร้าย เพื่อนำมาเทียบเคียง โดยปกติแล้วการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่เราเคยเห็นเจ้าหน้าที่ใช้บ่อยครั้งคือ การตรวจสอบจากลายนิ้วมือ หรือการตรวจสอบจากดีเอ็นเอ

นักเรียนคิดว่าการตรวจพิสูจน์บุคคลด้วยเหงื่อเป็นไปได้หรือไม่ ระบุเหตุผลสนับสนุนข้อยืนยันข้างต้น พร้อมทั้งอธิบายให้ชัดเจน

แนวการตอบ

การระบุข้อสรุปจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

เป็นไปไม่ได้

การระบุหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์คำตอบ

มีการระบุว่า การตรวจดีเอ็นผู้ต้องสงสัย โดยดีเอ็นเอที่คนร้ายทิ้งไว้ ที่เป็นไปได้ที่สุดคือ เหงื่อของคนร้าย เพื่อนำมาเทียบเคียง โดยปกติแล้วการพิสูจน์อัตลักษณ์บุคคลด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่เราเคยเห็นเจ้าหน้าที่ใช้บ่อยครั้งคือ การตรวจสอบจากลายนิ้วมือ หรือการตรวจสอบจากดีเอ็นเอ

การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป

เกณฑ์คำตอบ

การวิเคราะห์ดีเอ็นเอจากเหงื่อจะดูจากความเข้มข้นของเมตาบอไลท์ซึ่งยังไม่อาจสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของยีนที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละบุคคลได้เท่ากับลายนิ้วมือ เนื่องด้วยปัจจัยในเรื่องการรับประทานอาหาร สุขภาพ และการออกกำลังกายที่ทำให้ให้สารเมตาบอไลท์เปลี่ยนแปลงไปได้ ดังนั้นการเก็บข้อมูลและติดตามความเปลี่ยนแปลงของเหงื่อของแต่ละบุคคลจึงเป็นขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นมาในการพิสูจน์หลักฐานด้วยตัวอย่างเหงื่อ แต่ถึงอย่างไรการวิเคราะห์เหงื่อก็เป็นเพียงตัวช่วยที่ลดขั้นตอนระหว่างรอผลดีเอ็นเอทางห้องปฏิบัติการ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 18 ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (IOC) รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติมรหัสวิชา ว31242 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเนื้อหาวิชา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (R)					$\sum R$	$\frac{\sum R}{N}$	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
3	+1	+1	0	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	สรุป
1	0.41	ยากง่ายปานกลาง	0.44	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	นำไปใช้ได้
2	0.50	ยากง่ายปานกลาง	0.42	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	นำไปใช้ได้
3	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.25	อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้ได้
4	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.56	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	นำไปใช้ได้
5	0.58	ยากง่ายปานกลาง	0.45	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	นำไปใช้ได้
6	0.45	ยากง่ายปานกลาง	0.48	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	นำไปใช้ได้
7	0.55	ยากง่ายปานกลาง	0.64	อำนาจจำแนกสูง	นำไปใช้ได้
8	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.67	อำนาจจำแนกสูง	นำไปใช้ได้

ค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.41-0.71

ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.25-0.67

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางลินดา เขจรแข
วันเกิด	วันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	อำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 341/6 ถนนอนรรฆนาค ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู อันดับ คศ.3
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น
	พ.ศ. 2543 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น
	พ.ศ. 2544 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ. 2564 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม