

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
เพื่อส่งเสริมการรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”

ของ นางสาวบุศมาพร กันทะวัง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกุล)

อนุมัติ

.....
(.....)



ทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ (สคค.)

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย คอยกระตุ้น และคอยให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจิตต์ หอมจันทร์ ดร.สุริยา ชานู และคุณครูขวัญ ตาใจ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย จนทำให้ผลการศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มีส่วนในการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนคุณครูอภิวัฒน์ มาสซรัตน์ ผู้เป็นครูที่ปรึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุด ตลอดจนความช่วยเหลือของนิสิตร่วมทุนที่คอยให้กำลังใจ ผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน และเป็นที่ปรึกษาตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยนี้

บุศมาพร กันทะวัง

ชื่อเรื่อง	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	บุศมาพร กันทะวัง
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	การรู้พันธุศาสตร์ แนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และศึกษาผลการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน ปีการศึกษา 2561 โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนที่ใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านการเกษตร ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และด้านการแพทย์ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์เนื้อหา และสถิติบรรยายค่าเฉลี่ย ร้อยละ เพื่อนำมาจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ เป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ต้องเลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ยังถกเถียงในสังคม สอดคล้องกับบทเรียน จัดกิจกรรมบทบาทสมมติให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ หลักการทางพันธุศาสตร์ และส่งเสริมการนำความรู้ไปสังเคราะห์เป็นแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และ 2) นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 13.73 เป็นร้อยละ 76.00 หรือจากระดับต่ำเป็นระดับสูง

Title SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE-BASED APPROACH TO ENHANCE GENETICS LITERACY ON TOPIC OF DNA TECHNOLOGY FOR GRADE 10 STUDENTS.

Author Bussamaporn Kanthawang

Advisor Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ed.D.

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

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

Keywords Genetics literacy, Socio-scientific issue approach
DNA Technology

ABSTRACT

This action research aims to study the learning management of socio-scientific issue-based approach (SSI) for enhancing genetics literacy on topic of DNA technology and effect of SSI approach to enhancing genetics literacy of grade 10 students. The participants were 34 students in the second semester of academic year 2018. The research instruments consisted of three lesson plans using socio-scientific issue about application of DNA technology, reflective learning management form, worksheets and the assessment forms of genetics literacy. Data were analyzed using content analysis, average score and percentage. The level of genetics literacy of participants was divided into 3 levels included low, medium, and high.

The findings showed that the learning management using SSI approach to enhance genetics literacy on topic of DNA technology, that should choose the socio-scientific issues debated in society and relate to lesson and use role play activity for students to learn vocabularies, principles of genetics and synthesize knowledge into their practice on scientific and social issues. Additionally, the students' genetics literacy level had progressed after learning through SSI approach from 13.73% to 76.00% (low to high level).

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2561 รายวิชาเพิ่มเติม ว30241 ชีววิทยา 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	10
การรู้พันธุศาสตร์	20
การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue approach)	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
รูปแบบการวิจัย.....	54
กลุ่มเป้าหมาย.....	56
บริบทของห้องเรียน.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	85
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4.....	85
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	114
5 บทสรุป.....	120
สรุปผลการวิจัย.....	121
อภิปรายผล.....	123
ข้อเสนอแนะ.....	130
บรรณานุกรม.....	131
ภาคผนวก.....	140
ประวัติผู้วิจัย.....	258

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 (ว30241) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	16
2 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	59
3 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้พันธุศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	67
4 แสดงการให้คะแนนการการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียน.....	68
5 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	76
6 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการตระหนักรู้ของนักเรียนจากใบกิจกรรม.....	78
7 แสดงการแปลผลคะแนนการ ใช้ความรู้ / ทักษะการ ใช้ความรู้.....	79
8 แสดงการแปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์.....	79
9 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรม.....	80
10 แสดงเกณฑ์คะแนนการเขียนอธิบายการเลือกปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหา.....	81
11 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการตระหนักรู้ของนักเรียนจากแบบประเมิน การรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	83
12 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการ ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนจาก แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	83
13 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความรู้ในหลักการของนักเรียนจากแบบประเมิน การรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	84
14 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากแบบประเมิน การรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ.....	84
15 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 แสดงร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้เปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม.....	114
17 แสดงการแปลผลการรู้พันธุศาสตร์จากร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้เปรียบเทียบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม.....	115
18 แสดงการผลการรู้พันธุศาสตร์จากร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้เปรียบเทียบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม.....	118
19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	142
20 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	170

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ปรับจาก Abrams et al. (2015).....	31
2 แบบจำลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue: SSI) ปรับปรุงจาก Sadler et al. (2017).....	43
3 แบบจำลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของผู้เรียน (ปรับปรุงจาก Sadler et al., 2017)	47
4 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ kemmis (1988).....	56
5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
6 การใช้สื่อวีดิทัศน์ในการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (วงจรการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562).....	88
7 การทำกิจกรรมเกมบิงโกเพื่อสร้างความคุ้นเคยคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์.....	90
8 การทำกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรีย เกี่ยวกับการสร้างข้าวโพด BT วิธีด้วยแบบจำลองกระดาษ.....	92
9 ตัวอย่างบันทึกการสังเกตและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (ครูสอนชีววิทยาท่านที่ 1, วงจรปฏิบัติการที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562).....	93
10 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี – ข้อเสีย การเปิดเผย ข้อมูลทางพันธุกรรม (วงจรปฏิบัติการที่ 2)	100
11 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี (ชาย) และข้อเสีย (ขวา) ของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม (วงจรปฏิบัติการที่ 2).....	100
12 ตัวอย่างชิ้นงานสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติของนักเรียนภายหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรที่ 1 เรื่อง พืช GMO.....	103
13 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับความรู้ย่อยของการรู้พันธุศาสตร์ใน 3 วงจร.....	116
14 ร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของระดับความรู้ย่อยทั้ง 3 ระดับความรู้ ในแต่ละวงจร.....	116
15 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับต่ำ (วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องพืช GMOs).....	117

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
16 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับกลาง (วงจรมปฏิบัติการที่ 1 เรื่องพืช GMOs).....	117
17 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับสูง (วงจรมปฏิบัติการที่ 1 เรื่องพืช GMOs).....	117
18 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรมปฏิบัติการที่ 1 ศึกษาประเด็นปัญหาพืช GMO.....	216
19 การแบ่งหน้าที่กันศึกษาหลักการทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนของนักเรียน แต่ละกลุ่ม ตามฐานการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ฐานและทำการบันทึก ลงในใบกิจกรรม.....	217
20 การทำกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิด ของแบคทีเรียเกี่ยวกับการสร้างข้าวโพดวิทย์ด้วยแบบจำลองกระดาษ.....	217
21 การอธิบายกิจกรรมการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส.....	232
22 การทำกิจกรรมการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส จากชุดกิจกรรมจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม.....	233
23 การใช้อุปกรณ์ไหลตัวอย่างของนักเรียน.....	233
24 การทำงานของชุดอุปกรณ์ที่ต่อวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว.....	233
25 การเคลื่อนที่ของตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดการทำงานแล้ว.....	234
26 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี – ข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูล ทางพันธุกรรม.....	236
27 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี (ชาย) และข้อเสีย (ขวา) ของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม.....	236
28 การอธิบายกติกาการเล่นเกมบิงโกคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคย กับคำศัพท์.....	249
29 การเล่นเกมบิงโกร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน.....	249

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันความรู้ทางพันธุศาสตร์มีความสำคัญกับการดำรงชีวิตอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร ด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านการศึกษา (Morris, 2018) และยิ่งเกี่ยวข้องกับในทุกระดับตั้งแต่ระดับบุคคลไปจนถึงระดับโลก เนื่องจากความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นความรู้ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจในการเป็นพลเมืองของสังคม (Smith, 2018) และยิ่งส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจการพัฒนาของเทคโนโลยีการรักษาโรค เทคโนโลยีทางการเกษตร และการพัฒนาอื่นที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Steinhauer, 2018; Stevens, 2018) มากกว่านั้นความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์อย่างต่อเนื่องและถูกนำมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในการดำรงชีวิต เช่น การพัฒนาและปรับปรุงยารักษาโรค (Hovet, 2018) การโคลนนิ่งเอมบริโอมนุษย์ การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น (Ohly, & Lowe, 2018) และการเพิ่มยีนต้านทานโรคเข้าไปในพืชการเกษตรบางชนิดที่มีการใช้ในต่างประเทศ (Winstead, 2018)

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาถึงผลการใช้เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ทั้งผลดีและผลเสียที่กระทบต่อสังคมในหลายประเทศที่ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ซึ่งการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเป็นกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมศาสตร์ (Genetic engineering) เรียกว่า จีเอ็มโอ (Genetically Modified Organisms; GMOs) จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่าการใช้ GMOs มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งข้อดีของการใช้ เช่น พืช GMOs สามารถเจริญเติบโตและทนทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมได้ มีความสามารถต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช ไวรัสโรคพืช และความแห้งแล้ง มากไปกว่านั้นพืช GMOs ยังมีคุณค่าทางอาหารที่เพิ่มขึ้น และมีสารช่วยชะลอการสุกทำให้ง่ายต่อการค้าพาณิชย์ (Fileccia, 2017) แต่ในทางกลับกัน GMOs ซึ่งส่งผลกระทบต่อสังคมหลายด้านเช่นกันทำให้ในหลายประเทศมีมาตรการห้ามนำเข้าและต่อต้านการปลูกพืชดัดแปลงพันธุ เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ในประเทศเกิดความกังวลด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพ และคิดว่าพืชดัดแปลงพันธุสามารถก่อให้เกิดมะเร็ง (Gupta, 2018) ทั้งยังเป็นประเด็นทางสังคมที่ยังถกเถียงกันในเรื่องความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยปัจจุบันนั้นได้ยกเลิกการร่างพ.ร.บ. GMOs และไม่อนุญาตให้มีการนำเข้าหรือปลูกพืชดัดแปรพันธุกรรมในประเทศเนื่องมาจากการคัดค้านจากภาคประชาชน และความไม่ชัดเจนของกฎหมายไทย (วนิดา สัตยาพันธ์, 2559) รวมไปถึงความกังวลเกี่ยวกับสุขภาพเมื่อบริโภคพืช GMOs ผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ (วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ, 2558) ซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นได้กล่าวถึงประเด็นการเลือกบริโภคพืชดัดแปลงพันธุกรรมว่าขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ทางพันธุศาสตร์ และทัศนคติส่วนบุคคล (Castera et al., 2018) ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเรื่อง พันธุศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างมากทั้งในระดับบุคคล และผู้เรียนในโลกปัจจุบัน เมื่อผู้เรียนมีความรู้เรื่องพันธุศาสตร์แล้วจะสามารถใช้ความรู้เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจให้เหตุผล และประเมินค่าประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ได้ (Smith, 2018)

การรู้พันธุศาสตร์เป็นการรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนและคนในสังคมจำเป็นต้องมีในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ในปัจจุบันเป็นไปอย่างรวดเร็ว (Dudlice et al., 2004; Asbury, & Plomin, 2013) ซึ่ง Vu et al. (2018) ได้เสนอว่าผู้เรียนปัจจุบันจำเป็นต้องมีการรู้พันธุศาสตร์เพื่อผู้เรียนเข้าใจการทำงานของยีน การควบคุมลักษณะของยีน และผลกระทบต่อสังคมสอดคล้องกับ Goltz HH. et al. (2015) ที่กล่าวว่าหากผู้เรียนมีการรู้พันธุศาสตร์แล้วจะทำให้มีความรู้ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่จำเป็นที่บุคคลจะนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดความเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ สุขภาพ การดำรงชีวิต เทคโนโลยี และบริการ เพื่อให้ดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข ซึ่งผู้ที่มีการรู้พันธุศาสตร์จะแสดงออกถึงการตระหนักรู้ รู้จักวิธีการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ และมีความเข้าใจในหลักการของความรู้ทางพันธุศาสตร์ สอดคล้องกับ Abrams et al. (2015) ที่บอกว่าความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์นอกจากมีความสำคัญในการเรียนวิชาอื่น ๆ แล้วยังเป็นพื้นฐานในการเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพของตนเอง และเทคโนโลยีดีเอ็นเอที่มีอยู่รอบตัวในปัจจุบันด้วย

เนื้อหาพันธุศาสตร์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า และมีคำศัพท์มากมาย จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เกิดความสับสนในเนื้อหาสาระของพันธุศาสตร์ได้ (นันทยา อัครอารีย์, 2560) ยิ่งไปกว่านั้นผู้คนส่วนใหญ่ในสังคมยังขาดการรู้พันธุศาสตร์ ดังเช่นการการโต้เถียงกันในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ ในประเด็นการบริโภคพืชดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) เกิดประเด็นที่ว่าพืชดัดแปรพันธุกรรมไม่ใช่สิ่งที่เป็นโดยธรรมชาติ ความกังวลที่จะเกิดการส่งถ่ายชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตแล้วเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งผิดต่อหลักคุณธรรมจริยธรรม รวมไปถึงความเชื่อที่ว่าหากบริโภคแล้วจะทำให้เสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง (Lassen, 2018) ในบางประเทศมีมาตรการ

ห้ามการนำเข้าพืช GMOs อย่างชัดเจนเพราะคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ (Gupta, 2018) แม้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการบริโภคพืชดัดแปรพันธุกรรมว่าไม่มีอันตรายต่อสุขภาพ (Kenzie, 2012) และเอกสารยืนยันความปลอดภัยของพืช GMOs จากคณะทำงานของ UN International Assessment of Agricultural Knowledge Science and Technology for Development (IAASTD) เผยแพร่ แต่ประชาชนส่วนใหญ่ก็ยังเกิดความกังวลในความปลอดภัยมาโดยตลอด

จากประเด็นทางสังคมข้างต้นทำให้เห็นว่าความรู้ทางพันธุศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในระดับบุคคล เพราะเป็นความรู้ที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งยังใช้เป็นที่ทักษะในการดำรงชีวิต (Smith, 2018) แต่ยังพบว่า ผู้เรียนในปัจจุบันยังไม่สามารถเชื่อมโยงหรือประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์กับสิ่งที่เกิดในชีวิตประจำวันได้ (Osman et al., 2016) ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยวัย 15 ปี ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมการรู้วิทยาศาสตร์ของ OECD ซึ่งให้นิยามว่านักเรียนไทยยังขาดการรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2561)

จากการสังเกตของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรดนิวคลีอิก ในภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่ได้ผ่านการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามที่ประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในสังคม เช่น เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อให้ นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงของเนื้อหาที่เรียนกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอดังกล่าว พบว่านักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่ได้เรียนมาในมัธยมศึกษาตอนต้น และความรู้ในเรื่องของกรดนิวคลีอิกไปอธิบายหรือเชื่อมโยงประเด็นที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในสังคมได้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหลักการความรู้ทางพันธุศาสตร์จึงส่งผลให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางพันธุศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้ และการไม่เข้าใจแนวคิดทางพันธุศาสตร์นี้ก็ส่งผลให้นักเรียนขาดการรู้พันธุศาสตร์ด้วย Stern, & Kampourakis (2017) ได้กล่าวว่าการขาดทักษะในการเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ส่งเสริมการคิดแบบวิทยาศาสตร์ใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายท่องจำเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนกระบวนการคิด ไม่ได้จัดการเรียนรู้

ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2559, น. 59) ซึ่งความรู้ที่นักเรียนได้รับมานั้นมีมากมายและมีการเปลี่ยนแปลงทุกวันอีกทั้งความรู้ทางพันธุศาสตร์ปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคนเป็นอย่างมากเกิดประเด็นที่เกี่ยวข้องทางสังคมมากมาย เช่น การตัดแปรพันธุกรรม การโคลนสิ่งมีชีวิต การรักษาโรค เป็นต้น (Smith and Steinhauer J., 2018)

ดังนั้นการจะบรรลุเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้นั้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการเรียนรู้ในหลายมิติไม่ใช่เพียงแนวคิด ต้องมีการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เข้ากับสังคม เพื่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ และส่งเสริมความเป็นพลเมืองในสังคมของผู้เรียน (Sadler et al., 2017) หนึ่งในแนวทางเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน คือการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ามาบริหารจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005 อ้างถึงใน Bossér et al., 2015) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific Issues) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ถกเถียงกันที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นปัญหาที่ยังไม่มีการแก้ปัญหาที่ตายตัว หรือกล่าวคือมีแนวทางการแก้ปัญหาหลายแนวทาง ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจะมาจากหลักการ ความรู้ และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่มียุทธวิธีแก้ปัญหานั้นได้อย่างสมบูรณ์ ประเด็นปัญหาจะมีความเกี่ยวข้องทางสังคม ทางการเมือง และทางศีลธรรม ตัวอย่างเช่น ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) การใช้เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ วิกฤติสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศ และการสร้างโรงผลิตไฟฟ้า (Sadler, 2011) ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเป็นฐาน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากมวลประสบการณ์และทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับการดำรงชีวิตได้ (Sadler et al., 2017) รวมถึงช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจในการเป็นพลเมืองในสังคม (Bossér et al., 2015) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมยังช่วยส่งเสริมการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและมีพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย (พงศกรณ์ พันธุ์โยศรี, 2559)

ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ในบทเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้ และความเข้าใจพันธุศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน และสามารถวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์

และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมไปถึงสามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. ผลการส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหารายวิชาเพิ่มเติม ว30241 ชีววิทยา 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบไปด้วย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านการเกษตร เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม (GMOs) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านการแพทย์ เรื่อง การแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (SMAT) ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย 31 คน และ นักเรียนหญิงจำนวน 3 คน

3. สิ่งที่ศึกษา

3.1 การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3.2 การรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

4. ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การรู้พื้นฐานศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในความหมาย และหลักการทางพื้นฐานศาสตร์ มีทักษะในการใช้ความรู้ทางพื้นฐานศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ หรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง มีความสามารถในการใช้ความรู้ทางพื้นฐานศาสตร์ในการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานศาสตร์ในสังคม การรู้พื้นฐานศาสตร์แบ่งเป็นระดับความรู้ 3 ระดับ (Abrams et al., 2015, p. 2) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การตระหนักรู้ (awareness knowledge) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความคุ้นเคยทางพื้นฐานศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออกในการอธิบายความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องทางพื้นฐานศาสตร์

1.2 วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางพื้นฐานศาสตร์ มีทักษะด้านการปฏิบัติ หรือมีความรู้เชิงกระบวนการ

1.3 ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องทางพื้นฐานศาสตร์ในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคม

งานวิจัยนี้วัดการรู้พื้นฐานศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์ แบบตัวเล็งอก และเขียนตอบ โดยปรับปรุงจากกรอบประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์ของ Abrams et al. (2015)

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม (Socio-scientific issue) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และประเด็นทางศีลธรรมของสังคม เข้ามานำบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ซึ่งประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย พีชตัดแปร พันธุกรรม (GMO) การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมด้านนิติวิทยาศาสตร์ และการแก้ไขจีโนมมนุษย์และการบำบัดด้วยยีน โดยใช้กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของ Sadler et al. (2017) ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอโดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา (Encountering the Focal Issue) ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกำหนดประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อสังคม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอให้นักเรียนศึกษา ครูใช้คำถามเพื่อสอบถามความคุ้นเคยของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและคำศัพท์ที่นักเรียนคุ้นเคยในประเด็นปัญหาดังกล่าว ครูและนักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่กำหนดร่วมกัน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ (Three-Dimensional Science Learning) มิติที่ 1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นครูให้นักเรียนเชื่อมโยงหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์เข้ากับหลักการของบทเรียนเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในมิติที่ 2 และมิติที่ 3 ครูใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของประเด็นปัญหาต่อสังคมในด้านต่าง ๆ เช่น ผลกระทบต่อสังคม พลเมือง สิ่งแวดล้อม และประเด็นศีลธรรมของสังคม โดยสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนแบ่งบทบาทกันศึกษาผลกระทบของปัญหาในมุมมองต่าง ๆ วิเคราะห์และสรุปผลกระทบของประเด็นปัญหานั้น และอภิปรายผลร่วมกันในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ (Synthesis of Ideas and Practices) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่กำหนด ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่สะท้อนถึงหลักการเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พื้นฐานศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2561 รายวิชาเพิ่มเติม ว30241 ชีววิทยา 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เกี่ยวข้องกับเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.4 รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 1 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

2. การรู้พันธุศาสตร์

2.1 ความหมายของการรู้พันธุศาสตร์

2.2 ความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์กับสังคม

2.3 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์

2.4 แนวทางการวัดและประเมินการรู้พันธุศาสตร์

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue)

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

3.2 ความเป็นมาและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

- 3.4 ผลดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
- 3.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
- 3.6 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมกับการส่งเสริม

การรู้พันธุศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2561 รายวิชาเพิ่มเติม ว30241 ชีววิทยา 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

วิสัยทัศน์

มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ให้มีความรู้คู่คุณธรรม ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใฝ่เรียนรู้สู่สากล มีทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีจิตสำนึกเพื่อสังคม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

หลักการ

1. จัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องความต้องการท้องถิ่นอย่างมีคุณภาพ
2. จัดหลักสูตรการศึกษาที่พัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ บนพื้นฐานความเป็นไทย และมุ่งมั่นสู่ความเป็นสากล
3. จัดหลักสูตรการศึกษาที่เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึกเพื่อสังคม

จุดมุ่งหมาย

1. ผู้เรียนได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเป็นไทยและมุ่งสู่ความเป็นสากล
3. ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาจะทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร นักเรียนมีความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต นักเรียนมีความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของคุณค่าในการปฏิบัติที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติดำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของความเป็นชาติไทย ศรัทธายึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้อง และเห็นคุณค่าของการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การพัฒนาจิตใจ ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งกาย วาจา ใจ อยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขบนพื้นฐานความเป็นจริง
3. มีวินัย นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียนและสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น รู้จักควบคุมตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ เพื่อนำไปสู่การดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีแบบแผนและมีคุณภาพชีวิตในอนาคต
4. ใฝ่เรียนรู้ นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสมนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตได้สอดคล้องกับสภาพจริง
5. อยู่อย่างพอเพียง นักเรียนแสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบมีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข
6. มุ่งมั่นในการทำงาน นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่ การงาน ด้วยความเพียรพยายาม อดทน รู้จักวางแผนและเลือกแนวปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายในการเรียนรู้และการทำงานตามหน้าที่ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการพัฒนาอาชีพ
7. รักความเป็นไทย นักเรียนแสดงออกถึงความภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์ สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ตระหนักในหน้าที่และความรับผิดชอบต่อในฐานะพลเมืองดีที่มีต่อประเทศชาติ สืบทอดเอกลักษณ์ที่แสดงถึงความเป็นไทยเพื่อนำไปสู่ความสงบเรียบร้อยและดำรงไว้ซึ่งความมีอารยะของชาติ
8. มีจิตสาธารณะ นักเรียนแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจกระตือรือร้น

โดยไม่หวังผลตอบแทน รวมทั้งตระหนักและเห็นคุณค่าของการเสียสละเพื่อประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน

2. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและ แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลงของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบไปด้วยรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 1 วิชา และชีววิทยาเพิ่มเติม 5 วิชา โดยมีรายละเอียด จำนวนเวลาที่สอน และหน่วยกิต ดังนี้

ว31101 ชีววิทยาพื้นฐาน	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว31101 ชีววิทยา 1	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต

ว30241 ชีววิทยา 2	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว40242 ชีววิทยา 3	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว30245 ชีววิทยา 4	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
ว30245 ชีววิทยา 5	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต

5. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 1 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 2 รหัส ว30241 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาอธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเมชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน กลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน การทดลองของเมนเดล ความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และการเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษากฎการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์แบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล การเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ การนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และการคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม การอธิบายหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฮาลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร การคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักการของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก และการอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การอธิบายและลงข้อสรุป การระบุ การอธิบายและเปรียบเทียบ และมีจิตวิทยาศาสตร์ในการใช้วิจารณ์ญาณ ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานประจักษ์จรรยาบรรณ ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจในวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและโครโมโซมสาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอนดิล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
6. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F_1 และ F_2
7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
9. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำเทคโนโลยีทาง DNA ไปประยุกต์ด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชองลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาร์ล ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีล และจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของ ฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 2 (ว30241) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โครโมโซม และสาร พันธุกรรม	ข้อ 1-3	DNA เป็นสารพันธุกรรมควบคุม ลักษณะทางพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิตเรียกว่ายีน และสาร พันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม DNA สามารถ จำลองตัวเองขึ้นได้ใหม่ โดยมี โครงสร้างทางเคมีและลำดับของนิ วคลี-ไอโไทด์เหมือนเดิม DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนโดย ถ่ายถอดรหัสพันธุกรรมให้แก่ mRNA เพื่อกำหนดลำดับของ กรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของ ลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA เกิดได้ทั้งในระดับยีนและ ระดับโครโมโซม อาจก่อให้เกิด ลักษณะใหม่ในสิ่งมีชีวิตร่วมต่อไป	15	15

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	ข้อ 4-9	<p>สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเฉพาะสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งสู่รุ่นหนึ่งได้</p> <p>เมนเดลศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาและสรุปเป็นกฎการแยกและกฎการรวมกลุ่มอย่างอิสระ</p> <p>การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะให้อัตราส่วนที่ต่างจากการศึกษาของเมนเดล เรียกว่าลักษณะทางพันธุกรรมส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล</p> <p>โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซมและโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมจะถ่ายทอดสู่รุ่นถัดไปผ่านเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนใหญ่ควบคุมโดยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศซึ่งทำให้ออกาสในการแสดงลักษณะในเพศชายและเพศหญิงต่างกัน เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมากจะถ่ายทอดไปด้วยกัน</p>		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		สอบกลางภาค		3	20
3	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	ข้อ 10-11	<p>ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมตัดต่อและถ่ายยีนที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่งได้เป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม</p> <p>การเพิ่มจำนวนของ DNA เรียกว่า การโคลน DNA การเพิ่มจำนวน DNA อาจทำได้โดยการใช้ พลาสมิดของแบคทีเรีย และเทคนิค PCR ผลิตภัณฑ์ DNA ที่ได้จาก PCR สามารถตรวจสอบผลการเพิ่มปริมาณ DNA และขนาดของโมเลกุล DNA ด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส</p> <p>เทคโนโลยีทาง DNA สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านทางการแพทย์ การเกษตรด้านอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม ด้านนิติวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การใช้เทคโนโลยีทาง DNA ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม</p>	12	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
4	วิวัฒนาการ	ข้อ 12-15	<p>สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันเป็นลูกหลานที่มีลักษณะแตกต่างจากบรรพบุรุษในอดีตโดยผ่านการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมสะสมลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น เรียกว่าวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต</p> <p>หลักฐานที่บ่งบอกว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการศึกษาได้จากซากดึกดำบรรพ์ กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น</p> <p>แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ ลามาร์ก เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการโดยอาศัยกฎการใช้ ไม่ใช้ และกฎการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ ส่วนดาร์วิน เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ</p> <p>การเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลีลในประชากร</p>	12	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
ระหว่างภาคเรียน				57	70
สอบปลายภาค				3	30
รวม				60	100

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสอนในเนื้อหาของวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม รายวิชา ว30241 ชีววิทยา 2 ในหลักสูตรโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่มีหลักสูตรครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีการกำหนดผลการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้ อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอม-บิแนนท์ และ สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำเทคโนโลยีทาง DNA ไปประยุกต์ทั้งใน ด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึง ด้านชีวจริยธรรม

การรู้พันธุศาสตร์ (Genetics Literacy)

ในยุคศตวรรษ ที่ 21 พันธุศาสตร์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วส่งผลให้ผู้เรียนและคนในสังคมจำเป็นต้องมีการรู้ใหม่เพิ่มขึ้นมา คือการรู้พันธุศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความเข้าใจความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับจีโนม รวมไปถึงกฎต่าง ๆ ทางพันธุศาสตร์ และความเข้าใจในข้อมูลที่พัฒนาจากความรู้ทางจีโนม ซึ่งปัจจุบันความเข้าใจข้อมูลทางพันธุศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต และสุขภาพและการศึกษา (Dudlicek et al., 2004; Asbury, & Plomin, 2013) ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายและความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

1. ความหมายของการรู้พันธุศาสตร์

Bowling et al. (2008 as cited in Goltz HH., 2015, p. 1) ได้อธิบายความหมายของการรู้พันธุศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ ทักษะ และทัศนคติเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับข้อมูลทาง พันธุศาสตร์ พันธุศาสตร์สุขภาพ การเป็นอยู่ เทคโนโลยี และการบริการที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์

McInerney (2002) การรู้พันธุศาสตร์ คือ ความรู้ที่เพียงพอ และคู่ควรสำหรับบุคคลในสังคม เพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วยในการเป็นพลเมือง และการตัดสินใจการมีส่วนร่วมในสังคมอย่างมีประสิทธิภาพในประเด็นเกี่ยวกับพันธุศาสตร์

Erdogan et al. (2014) การรู้พันธุศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจส่วนบุคคลเกี่ยวกับแนวคิดที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ และการเชื่อมโยงแนวคิดทางพันธุศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การรู้พันธุศาสตร์ไม่ใช่แค่เป็นความรู้พื้นฐาน แต่ยังประกอบไปด้วยความรู้ที่สำคัญและสะท้อนความคิดด้วย

Abrams et al. (2015) การรู้พันธุศาสตร์ หมายถึง การมีความคุ้นเคยด้านการตระหนักรู้การมีทักษะในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และการมีความรู้ในเรื่องหลักการ กระบวนการทางพันธุศาสตร์และสามารถอธิบายหลักการเหล่านั้นในประเด็นต่าง ๆ ได้ ซึ่ง Abrams et al. ได้อธิบายการกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ ซึ่งแบ่งระดับการรู้พันธุศาสตร์ออกเป็นระดับย่อย 3 มิติ ดังนี้ 1) ความรู้ด้านการตระหนักรู้ (awareness knowledge) 2) วิธีการใช้ความรู้ หรือองค์ความรู้ (how-to knowledge) และ 3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)

1. การตระหนักรู้ (awareness knowledge) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออกในการอธิบายความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ ความรู้ในระดับนี้ Abrams et al. (2015) ได้ใช้กรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์จากงานวิจัยการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ในผู้ใหญ่ (Rapid Estimate of Adult Literacy in Genetics: REAL-G) โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ และให้ระดับความคุ้นเคยในคำศัพท์จากระดับ 1 (ไม่คุ้นเคย) ถึง 7 (คุ้นเคยมาก) โดยงานวิจัยนี้ Abrams อธิบายไว้ว่าได้ใช้แบบสอบถามที่มีความแม่นยำสูง มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการสำรวจความคิดเห็น

2. วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ มีทักษะด้านการปฏิบัติ หรือมีความรู้เชิงกระบวนการ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางพันธุศาสตร์ เช่น เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นการกลายพันธุ์ของยีนที่ส่งผลให้เกิดโรค จากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ในการประเมินความรู้ด้านกระบวนการนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องตอบคำถามแบบตัวเลือก 6 ตัวเลือก และเติมคำในช่องว่างเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำมาศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ เมื่อตอบถูกต้องจึงจะได้คะแนน

หาค่าความค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี Kuder-Richardson 20 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.755

3. ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ในประเด็นที่ศึกษา ในระดับความรู้นี้เป็นการประเมินความจำ (Factual Knowledge) ของนักเรียนที่ส่งผลให้ต่อความเข้าใจ และสามารถแสดงการแก้ปัญหาในประเด็นที่ศึกษา รวมไปถึงมีความเข้าใจกลไกการกระบวนการเกิดโรคจากประเด็นที่ศึกษา กล่าวคือนักเรียนมีความเข้าใจในหลักการหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ ในประเด็นที่ศึกษาและสามารถอธิบายหลักการนั้นในเชิงพันธุศาสตร์ได้ การประเมินในรูปแบบนี้ Abrams et al. (2015) ได้ให้ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่ และไม่ใช่ ผู้ตอบแบบสอบถามจะได้คะแนนเมื่อตอบถูก หาค่าความค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี Kuder-Richardson 20 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.842

Schmiemann et al. (2017) ให้คำจำกัดความของการรู้พันธุศาสตร์ (genetics literacy) คือ การมีบทบาทของแต่ละบุคคลในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ซึ่งบุคคลจะต้องแสดงความสามารถในการสร้างคำอธิบายและสนับสนุนการโต้แย้งประเด็นเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ความสามารถในการอธิบายนี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการพิจารณาประเด็นปัญหาด้วย

Boerwinkel et al. (2017) การรู้พันธุศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ การรู้พันธุศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการสื่อสาร อ่าน และเขียนเกี่ยวกับเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ได้ ซึ่งการรู้พันธุศาสตร์นี้จะรวมไปถึงความสามารถในการคิด และใช้วิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลในสังคมเพื่อดำรงอยู่เป็นพลเมืองในสังคมได้อย่างมีความสุข

จากการให้ความหมายของการรู้พันธุศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการรู้พันธุศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในความหมาย และหลักการทางพันธุศาสตร์ มีทักษะในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง มีความสามารถในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจเป็นพลเมืองของสังคม และมีทัศนคติทางพันธุศาสตร์ ซึ่งการรู้พันธุศาสตร์ Abrams et al. (2015) ได้ประยุกต์กรอบการรู้พันธุศาสตร์ของ Rogers (2003) ไว้เป็นระดับความรู้ 3 ระดับ ดังนี้ 1) ความรู้ด้านการตระหนัก (awareness knowledge) 2) วิธีการใช้ความรู้ หรือองค์ความรู้ (how-to knowledge) และ 3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) ดังนี้

1. การตระหนักรู้ (awareness knowledge) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และ ความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออกในการอธิบายความหมายคำศัพท์ทาง พันธุศาสตร์

2. วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ทางพันธุศาสตร์ มีทักษะด้านการปฏิบัติ หรือมีความรู้เชิงกระบวนการ โดยผู้ตอบแบบสอบถาม สามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทาง พันธุศาสตร์

3. ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) หมายถึง ความสามารถในการ อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ในประเด็นที่ศึกษาในระดับความรู้นี้เป็นการประเมิน ความจำ (factual knowledge) ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความความเข้าใจกลไกการกระบวนการทาง พันธุศาสตร์จากประเด็นที่ศึกษา

2. ความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์กับสังคม

Klop, & Severiens (2007) กล่าวว่า การรู้พันธุศาสตร์ไม่เพียงแต่ส่งเสริมให้เกิด ความเข้าใจในเนื้อหาทางพันธุศาสตร์เท่านั้น ยังช่วยส่งเสริมให้สามารถใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคมสมัยใหม่ ซึ่งความรู้ทางพันธุศาสตร์ มีความสัมพันธ์และควบคู่กับประเด็นทางสังคม และกับการใช้ชีวิต มากกว่านั้นพันธุศาสตร์ ยังมีความเกี่ยวข้องทำให้เกิดการพัฒนาสังคมอีกด้วย พันธุศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับสังคม

Kampourakis et al. (2014) กล่าวว่า การรู้พันธุศาสตร์จะทำให้บุคคลเกิดความเข้าใจ และสามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเป็นพลเมืองในสังคม เมื่ออยู่ในสังคมเทคโนโลยีพันธุศาสตร์ อีกทั้งการรู้พันธุศาสตร์นี้ช่วยส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี ทางพันธุศาสตร์ และยังช่วยพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย

American Public Health Association (2010 as cited in Goltz H.H. 2015) กล่าวถึง ความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์ไว้ว่า เมื่อมีการรู้พันธุศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจ เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพันธุศาสตร์ ซึ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เหล่านี้สามารถช่วยในการวินิจฉัยโรค และรักษาโรคที่เกิดจากการผิดปกติของยีนเป็นไปได้อย่างขึ้น การค้นพบที่มากขึ้นเกี่ยวกับข้อมูลทางพันธุศาสตร์ทำให้โลกก้าวสู่ยุคของพันธุศาสตร์ กล่าวคือ ยุคที่ผู้คนมีความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจด้านการแพทย์ และสุขภาพ เช่น เทคโนโลยีดีเอ็นเอ การทดสอบทางพันธุศาสตร์ งานวิจัยสะเต็มเซลล์ การโคลนนิ่ง การบำบัด ด้วยยีน หรือพืชตัดแปลงพันธุกรรม

McInerney (2002 as cited in Cebesoy, & Oztekin, 2017, p. 2) กล่าวว่า การรู้พันธุศาสตร์ส่งเสริมให้การรักษาเป็นไปได้รวดเร็วมากขึ้น และช่วยพัฒนาเทคโนโลยีเช่นการรักษาทางพันธุศาสตร์ที่มีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับเทคโนโลยีประชาชนสามารถเข้าถึงการวินิจฉัยโรคด้วยเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์มากขึ้น และความรู้พันธุศาสตร์จะต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมด้วยซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยี

Boerwinkel et al. (2018) กล่าวว่า การรู้พันธุศาสตร์จะมีความเกี่ยวข้องและสำคัญต่อความเข้าใจในด้านการแพทย์ การรักษาโรค และประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพก็ต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องพันธุศาสตร์ช่วยเช่นกัน การรู้พันธุศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในสังคม เนื่องจากพันธุศาสตร์มีอยู่ทุกที่ และสามารถประยุกต์ให้เกิดความเข้าใจในสาขาอื่น ๆ ของชีววิทยา ความรู้และหลักการทางพันธุศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหลายด้าน เช่น ด้านอาหาร การแพทย์ และการเกษตร

Chapman et al. (2018) ได้อธิบายความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้ 1) ทำให้เกิดการพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ถูกควบคุมด้วยยีน 2) ช่วยลดเวลา และค่าใช้จ่ายในตรวจสอบลักษณะของยีนจากลำดับ DNA ของบุคคล 3) ช่วยคัดกรองพันธุกรรมของเด็กแรกเกิดเพื่อตรวจสอบและทำการรักษาเบื้องต้นเกี่ยวกับภาวะต่าง ๆ ทางพันธุกรรมในประเทศที่พัฒนาแล้วในอนาคตลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกจะสามารถเสริมหรือเพิ่มเติมให้มีลักษณะที่ต้องการภายหลังคลอดได้ 4) การค้นพบทางพันธุศาสตร์อย่างต่อเนื่องทำให้ผลิตภัณฑ์ของจินตนาการ ช่วยทำให้สิ่งที่ดีเหมือนเป็นไปได้ไม่ได้เกิดขึ้นได้ ซึ่งทุกวันนี้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ทำให้มนุษย์สามารถแก้ไขโนมของตนเองและการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ เช่น การรักษามะเร็ง การรักษาการสูญเสียสายตา และการทำนายลักษณะนิสัยจากข้อมูลทาง DNA ที่มีความแม่นยำสูง และ 5) ความก้าวหน้าทางพันธุกรรมช่วยเปิดเผยข้อมูลพื้นฐาน ความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคลที่มีมาตั้งแต่เกิด รวมไปถึงข้อมูลทางครอบครัว และลำดับชั้นทางพันธุศาสตร์ของบุคคล

จากการทบทวนเอกสารความสำคัญของการรู้พันธุศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การรู้พันธุศาสตร์เป็นความรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้บุคคลเกิดความเข้าใจในเรื่องของพันธุศาสตร์ ช่วยพัฒนาและส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ ด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร และด้านการศึกษา หากบุคคลมีการรู้พันธุศาสตร์จะทำให้สามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ตัดสินใจในการเป็นพลเมืองในสังคม และช่วยตัดสินใจในประเด็นทางสังคม

ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางพันธุศาสตร์ได้ ทั้งยังช่วยให้เกิดการพัฒนางานวิจัยพันธุศาสตร์ ในปัจจุบันลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากขั้นตอนการตรวจสอบลำดับทางพันธุกรรม คัดกรองและรักษาโรค ทางพันธุกรรมในเด็กแรกเกิดได้ และช่วยให้คนในปัจจุบันสามารถแก้ไขข้อมูลทางพันธุกรรม ของตนเองโดยใช้เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์และรู้ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมภายในครอบครัว ได้ง่ายขึ้น

3. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์

3.1 พืชดัดแปรพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms; GMOs)

3.1.1 พืชดัดแปรพันธุกรรมกับสังคมโลก

ในหลายประเทศทั่วโลกยังคงมีประเด็นการต่อต้านพืชดัดแปรพันธุกรรม หรือพืช GMOs อยู่ ล่าสุดเกาะฮาวายได้มีประเด็นการห้ามปลูกพืช GMOs ในประเทศ ภายหลังจากการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ของพืชดัดแปรพันธุกรรมมาหลายปี โดยมีการรณรงค์ต่อต้านการใช้พืช ดัดแปรพันธุจากอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรขึ้นในปี 2013 เนื่องจากกังวล ถึงผลกระทบ ที่จะเกิดภายหลังต่อตนเองและประเทศ เช่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบนเกาะ เพื่อป้องกันวัฒนธรรมรวมไปถึงความเกี่ยวข้องของทางการเมืองของฮาวาย และความคิดเห็นโดยส่วน ใหญ่ของคนบนเกาะ ยังมีความกังวลในเทคโนโลยีชีวภาพในการเกิดผลกระทบต่อเกษตรอินทรีย์ ที่มีอยู่เดิมของประเทศ เช่น เกษตรกรอินทรีย์ส่วนกังวลเกี่ยวกับการแพร่กระจายของยีนที่ดัดแปร พันธุกรรมไปยังพืชที่ไม่ใช่จีเอ็มโอ และการบริโภคอาหารที่เปลี่ยนไปจากเดิม (Gupta, 2018)

สหรัฐอเมริกาได้รณรงค์ต่อต้านพืช GMOs โดยมุ่งให้ความสนใจประเด็น ด้านความกังวลการติดฉลากและควบคุมการขายอาหาร GMOs เนื่องจากทั่วโลกเกิดการคัดค้าน พืช GMOs เหตุผลหลักมาจากความกังวลของผู้บริโภคเป็นหลักและเกษตรกรรายย่อยในซีกโลกใต้ รวมไปถึงเกิดการเรียกร้องสิทธิโดยทางอาหารที่เพิ่มมากขึ้นในระดับต่าง ๆ โดยเฉพาะนโยบายด้าน การค้าเสรีสากลโดยประเด็นการค้าพืช GMOs เป็นประเด็นหนึ่งนั้นด้วย (Grandia, 2014; Kloppenberg, 2014; Peschard, 2014 as cited in Gupta, 2018, p. 183) ซึ่งนักวิชาการบางคน ก็เขียนบทความเกี่ยวกับพืช GMOs ว่าเป็นการเพิ่มมุมมองทางเลือกการเกษตรในอนาคตที่เป็น เสรีนิยมมาตรฐาน ซึ่งเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในประเทศบราซิล แอฟริกาใต้ และอินเดีย (Scoones, 2008, p. 331)

ในขณะที่ประเด็นการต่อต้านพืช GMOs ในซีกโลกเหนือนั้นมุ่งประเด็น ที่การเคลื่อนไหวของกลุ่มผู้บริโภค กลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคได้กลายเป็นกลยุทธ์ในการต่อต้านพืช

ดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศแคนาดา ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกฎหมายด้านสิทธิชนพื้นเมืองและความยุติธรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Eaton, 2009)

จากประเด็นการต่อต้าน GMOs ในหลายประเทศจะเห็นได้ว่าประเด็นหลักจะเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มผู้ผลิตและบริโภคในประเทศ ความกังวลของประชาชนในประเทศ เกี่ยวกับผลกระทบที่จะเกิดกับเกษตรอินทรีย์ในประเทศและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่เดิม มากไปกว่านั้นยังมีผลกระทบต่อสิทธิชนพื้นเมือง และความยุติธรรมด้านสิ่งแวดล้อม

3.1.2 พืชดัดแปรพันธุกรรมกับสังคมไทย

ในประเทศไทยประเด็นพืชดัดแปรพันธุกรรมเป็นที่ถกเถียงมายาวนาน ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยมีประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 251) พ.ศ. 2545 เรื่องการแสดงผลจากอาหารที่ได้จากเทคนิคการดัดแปรพันธุกรรม หรือพันธุวิศวกรรมที่นำไปบังคับใช้กับการติดฉลากผลิตภัณฑ์อาหารดัดแปรพันธุกรรมได้โดยตรงเท่านั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคในสิทธิการรับรู้ ซึ่งประกาศกระทรวงฯ ดังกล่าวยังมีเนื้อหาและมาตรการที่ไม่ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ดัดแปรพันธุกรรมทุกชนิดและทุกกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ทำให้ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากสินค้า หรือผลิตภัณฑ์อาหารดัดแปรพันธุกรรม เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศนำเข้าสินค้าเกษตร และอาหารสำเร็จรูปจากประเทศที่มิได้ขออนุญาตรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และอนุญาตให้ใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในเชิงพาณิชย์ ซึ่งประเทศไทยเริ่มมีผลกระทบสืบเนื่องมาจากประชาคมยุโรปได้ประกาศใช้มาตรการปิดฉลากสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยวัตถุดิบที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพจากการบังคับใช้มาตรการในลักษณะที่มีความเข้มงวดมากส่งผลให้สินค้าเกษตรและอาหารของไทยที่ส่งไปยุโรปถูกตรวจพบสารดัดแปรพันธุกรรมเกินมาตรฐานกว่าสิบครั้งส่งผลให้ไทยถูกแจ้งเตือนและถูกส่งสินค้ากลับซึ่งเป็นประเด็นให้กฎหมายไทยต้องเร่งแก้ไขประกอบกับการเคลื่อนไหวของผู้บริโภคในการเรียกร้องให้ติดฉลากสินค้าดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะครอบคลุมและชัดเจน เพื่อเป็นการรับรองสิทธิการรับรองผู้บริโภค (วนิดา สัตยาพันธ์, 2016)

ในปี 2558 เกิดประเด็นถกเถียงกันในเรื่องการร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือ พ.ร.บ.จีเอ็มโอ ถกเถียงกันถึงข้อดีข้อเสีย ซึ่งกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรที่ไม่เห็นด้วยกับพืชดัดแปรพันธุกรรมต่างออกมาคัดค้านเพื่อให้รัฐบาลชะลอร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ก่อนเข้าสู่การพิจารณาสภานิติบัญญัติแห่งชาติ ขณะที่ฝ่ายสนับสนุน พ.ร.บ. จีเอ็มโอ ฉบับนี้มองว่า ประเทศไทยจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมพืช GMOs เพราะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับเกษตรกรได้ (ข่าว PPTV, 2558) เทคโนโลยีช่วยแก้ไขปัญหारेื่อง การเกษตรที่เคยมีปัญหา

รวมไปถึงเรื่องปัญหาอาหารที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งเกษตรกรสามารถปลูกและผลิตได้ และยังช่วยลดการใช้สารเคมีในการเกษตรอีกด้วย จากบทสัมภาษณ์ รศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ (2558, อ้างถึงใน ชาว PPTV, 2558)

ในเวลาต่อมา นายกรัฐมนตรี พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา มีคำสั่งยุติ การพิจารณาร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือที่รู้จักกันว่า พ.ร.บ. จีเอ็มโอ หลังจากกฎหมายดังกล่าวถูกคัดค้านจากเครือข่ายภาคประชาชน เกษตรกร นักวิชาการบางส่วน อย่างหนัก โดยนายฯ ระบุว่าประเทศไทยยังไม่มี ความชัดเจนเพียงพอ พล.อ.ประยุทธ์กล่าวในการ แถลงข่าวหลังการประชุม ครม. วันที่ 15 ธ.ค. 2558

จากประเด็นที่ถกเถียงกันในเรื่องของ พ.ร.บ. GMOs ในประเทศไทย สรุปได้ว่าปัจจุบันประเทศไทยไม่ให้มีการนำเข้าหรือปลูกพืชตัดแปรพันธุกรรมในประเทศ ยกเว้นเพื่อ การศึกษาทดลอง เนื่องมาจากการคัดค้านจากภาคประชาชน และความไม่ชัดเจนของกฎหมายไทย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง พืช GMOs เป็นประเด็นศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียน เรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุวิศวกรรม และเสนอแนวทางการเลือกใช้พืช GMOs

3.2 การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) กับนิติวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันนำ การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ มาใช้ประโยชน์ทั้งทางการแพทย์ เช่น การวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม การวิเคราะห์ยีนมะเร็ง และรวมถึง การตรวจทางนิติเวช ตัวอย่างการตรวจในปัจจุบันที่ใช้ประโยชน์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้แก่ การตรวจสอบในคดีฆาตกรรม การตรวจในคดีฆาตกรรม การตรวจพิสูจน์ บิดา-มารดา การตรวจพิสูจน์ซากโครงกระดูกหรือชิ้นส่วนมนุษย์ และการตรวจพิสูจน์ DNA ในการติดเชื้อ HIV (พรทิพย์ โรจนสุนันท์, 2544, น. 86-100)

ตัวอย่างการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมในการพิสูจน์หลักฐานทาง นิติวิทยาศาสตร์ เช่น คดีฆาตกรรม น.ส.โทโมโกะ คาวาชิตะ นักท่องเที่ยวสาวชาวญี่ปุ่น และทิ้งศพ ไว้ทางขึ้นวัดสะพานหิน ภายในอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย จังหวัดสุโขทัย เมื่อเดือนตุลาคม 2558 เจ้าหน้าที่จากสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 6 พิษณุโลก (ศพฐ.6) ได้เข้าเก็บสารพันธุกรรม (DNA) และลายพิมพ์นิ้วมือของคนในพื้นที่ ซึ่งจากรายงานข่าวล่าสุด เมื่อปี 2560 จากสำนักข่าว MGR Online กล่าวว่าจากการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมยังไม่พบ

ตัวผู้กระทำผิด และกระบวนการพิสูจน์ดำเนินต่อไปโดยมีชาวญี่ปุ่น 1 รายที่อยู่ระหว่างประสานงานกับสถานทูตประเทศญี่ปุ่นเพื่อขอดำเนินการตรวจดีเอ็นเอ ซึ่งทางกฎหมายไม่สามารถบังคับตรวจดีเอ็นเอได้ ต้องอยู่ในความสมัครใจ (ทีมข่าวอาชญากรรม สำนักข่าว MGR Online, 2560)

นอกจากนี้ยังมีประเด็นการใช้ประโยชน์ของข้อมูลทางพันธุกรรมเพื่อสืบสวนหาคนร้ายคดีฆาตกรต่อเนื่องที่ลอยนวลกว่า 40 ได้สำเร็จโดยสืบสวนของตำรวจทีมสอบสวนรัฐ California ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2561 จากการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมที่พบในที่เกิดเหตุและ GEDmatch แพลตฟอร์มบนเว็บที่รวบรวมข้อมูล DNA ของผู้คนเพื่อช่วยในการสืบหาญาติหรือสืบต้นสกุล โดยข้อมูล DNA ทั้งหมดของ GEDmatch เป็นข้อมูลที่ใช้จะต้องทำการอัปโหลดและแชร์ไฟล์ข้อมูล DNA ด้วยตนเอง ทั้งนี้ไฟล์ข้อมูล DNA ของแต่ละบุคคลอาจจัดทำได้โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบพันธุกรรมอย่างชุดทดสอบของ 23andMe หรือชุดทดสอบของ Ancestry ซึ่งผู้คนสามารถหาซื้อมาใช้งานเองได้โดยทั่วไป โดยประเด็นการเข้าถึงข้อมูล DNA ด้วยวิธีการของตำรวจนั้นไม่ได้ขัดกับกฎหมายปัจจุบัน เพราะแม้โดยทั่วไปแล้วการเก็บตัวอย่าง DNA จากผู้ต้องสงสัยจำเป็นต้องได้รับความยินยอมจากเจ้าตัวหรือใช้หมายศาล แต่การเข้าถึงข้อมูล GEDmatch แบบที่ทำในครั้งนี้นี้ไม่ได้มีการขอหมายศาลแต่อย่างใด เจ้าหน้าที่สืบสวนเพียงแค่สร้างโปรไฟล์สมมุติขึ้นมาแล้วอัปโหลดข้อมูล DNA ของคนร้ายเข้าสู่ระบบของ GEDmatch ก็ได้สิ่งที่ต้องการแล้ว

ข่าวการสืบคดีนี้ปลุกกระแสความตื่นตัวเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวของข้อมูล DNA เพราะนี่คือข้อมูลทางชีวภาพ เช่นเดียวกับลายนิ้วมือ หรือภาพสแกนม่านตาที่สามารถนำมาเชื่อมโยงเพื่อการระบุตัวบุคคลได้ โดยหลักการแล้วสิ่งเหล่านี้จะติดตัวบุคคลไปตลอดชีวิต หากมันถูกเผยแพร่และมีคนที่ไม่หวังดีได้ข้อมูลเหล่านี้ไปแล้ว อาจทำให้เจ้าของข้อมูล DNA ตกอยู่ในความเสี่ยงที่จะโดนปลอมแปลงสวมรอยตัวตนได้ ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้น DNA บอกอะไรมากกว่าการยืนยันตัวตน เพราะการวิเคราะห์ DNA สามารถเชื่อมโยงไปถึงข้อมูลสุขภาพและความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่เป็นญาติได้ด้วย

ทางด้าน 23andme และ Ancestry บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายชุดทดสอบพันธุกรรม ต่างก็รีบออกมาแถลงยืนยันหนักแน่นว่าบริษัทไม่มีนโยบายเปิดเผยข้อมูลของลูกค้าแก่หน่วยงานรัฐหากไม่มีหมายศาล และการรับข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ DNA ก็จะทำโดยการเก็บตัวอย่างน้ำลายจากลูกค้าโดยตรงเท่านั้น ทั้งนี้เพราะเกรงว่าหากรับเอาข้อมูล DNA จากลูกค้าในรูปแบบไฟล์ดิจิทัลอาจเสี่ยงต่อการปลอมแปลงข้อมูลโดยผู้ไม่หวังดีได้ (Molteni, 2018)

จากความสำคัญของข้อมูลทางพันธุกรรม การใช้ประโยชน์ของข้อมูลทางพันธุกรรมในทางนิติวิทยาศาสตร์ และประเด็นความกังวลการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมในการสืบสวนคดีฆาตกรรมข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมนี้มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้และเชื่อมโยงบทเรียน เรื่องการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเทคนิคเจลิอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการหาขนาดของ DNA ผ่านการปฏิบัติจริงภายใต้สถานการณ์คดีฆาตกรรมจำลองและบทบาทสมมติ หลังจากนั้นนักเรียนจะได้เชื่อมโยงประเด็นการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ส่งผลกระทบต่อตัวบุคคลจากสถานการณ์จำลองเพิ่มเติม และสังเคราะห์แนวปฏิบัติเมื่อต้องอยู่ในสถานการณ์จำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3 การแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน

3.3.1 การปรับแต่งจีโนม (gene editing) เป็นเทคโนโลยีในการเปลี่ยนรหัสพันธุกรรมที่ตำแหน่งจำเพาะของสิ่งมีชีวิตให้คงอยู่อย่างถาวร โดยนำเอาชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ปกติสอดแทรกเข้าไปทดแทนในบริเวณเป้าหมายของจีโนม หรือการทำให้ส่วนของดีเอ็นเอที่ผิดปกติหลุดออกไปทำให้ยีนที่ผิดปกติไม่สามารถแสดงออกได้อีกต่อไป (เรียกว่า gene knockout) นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มมองว่าเทคโนโลยีนี้อาจสามารถนำไปใช้รักษาโรคที่เกิดจากไวรัสได้ด้วย เช่น HIV, human papilloma virus (HPV) ไวรัสตับอักเสบบี (hepatitis B virus) เป็นต้น (สุชาติ อุดมโสภกิจ, 2558)

3.3.2 การบำบัดด้วยยีน (gene therapy) คือ กระบวนการที่อาศัยเทคนิคการปรับแต่งจีโนมของสิ่งมีชีวิต (Maeder, & Gersbach, 2016) โดยการนำยีนปกติเข้าสู่เซลล์เพื่อทดแทนยีนที่ผิดปกติหรือยีนที่ทำให้เกิดโรค หรืออาจเป็นยีนที่สามารถแก้ไขความผิดปกติในร่างกายและให้ผลทางการรักษาได้ การนำยีนดังกล่าวเข้าสู่เซลล์อาจทำได้หลายวิธี เช่น ฉีด DNA ที่มียีนที่ต้องการ เข้าไปในเนื้อเยื่อที่ต้องการให้ยีนนั้นทำงานโดยตรง หรือ อาจใช้การตัดต่อยีนเข้าสู่จีโนมของไวรัสบางชนิด แล้วใช้ไวรัสที่ถูกตัดแปลงให้เป็นพาหะนั้น ทำหน้าที่นำยีนที่ต้องการเข้าสู่เซลล์ต่อไปการบำบัดด้วยยีนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) บำบัดสำหรับเซลล์ร่างกาย (Somatic Gene Therapy) ซึ่งเป็นประเภทที่ได้รับความนิยมในการศึกษาพันธุกรรมบำบัดเพื่อป้องกันการถ่ายทอดยีนสู่รุ่นลูกหลาน และ 2) บำบัดสำหรับเซลล์สืบพันธุ์ (Germ line Gene Therapy) ได้แก่ การปรับเปลี่ยนพันธุกรรมของเซลล์อสุจิ หรือของเซลล์ไข่ในทางทฤษฎี วิธีการนี้ถือว่าเป็นวิธีการรักษาที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคจากพันธุกรรม

แต่มีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงหลายประการ เช่น เทคนิคการเปลี่ยนถ่ายพันธุกรรมมีความซับซ้อน และ ปัญหาเชิงจริยธรรม (Coller, 2019)

จากเอกสารการทบทวนรายงานทางการแพทย์ (Annual Review of Medicine) ของ Coller (2019) ได้อธิบายถึงปัญหาและความกังวลในการแก้ไขจีโนมในมนุษย์ ประกอบไปด้วย ประเด็นความปลอดภัยกรณีที่ใช้ไวรัสที่เป็นตัวนำยีนเข้าสู่เซลล์ซึ่งอาจเกิดปัญหา ในด้านความเป็นพิษ การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันและการอักเสบ ความกังวลด้าน ความเสถียรของยีนที่ใช้ เนื่องจากธรรมชาติของเซลล์หลายชนิดแบ่งตัวเร็วทำให้ยีนที่ใส่เข้าไปแทรก ตัวในจีโนมของโฮสต์ไม่เสถียรจึงเป็นอุปสรรคทำให้ผู้ป่วยต้องได้รับการทำยีนบำบัดหลายครั้ง ซึ่งการแก้ไขจีโนมในปัจจุบันยังไม่มีเอกสารรายงานผลการแก้ไขจีโนมในระยะยาวทำให้คนในสังคม เกิดข้อโต้แย้งในทางศีลธรรมจริยธรรม ซึ่งอาจจะเกิดกรณีการแก้ไขจีโนมวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่ม สมรรถนะของมนุษย์ที่ไม่ใช่แนวทางการรักษาได้ในอนาคต

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้บทเรียนเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ประเด็นการแก้ไขจีโนมและยีนบำบัดมาเป็นประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการแก้ไขจีโนมตลอดจนการบำบัดด้วยยีน และความกังวลที่เกิดขึ้นในสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้บทบาทสมมติให้ นักเรียนเป็นพลเมืองในสังคมแล้วหาแนวทางการปฏิบัติจากบทบาทสมมตินั้นเพื่อที่นักเรียนจะได้ นำความรู้ทางพันธุศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจในสังคมได้จริง

4. แนวทางการวัดและประเมินการรู้พันธุศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินการรู้พันธุศาสตร์ ดังนี้

Erby et al. (2007, p 175) วัดประเมินการรู้พันธุศาสตร์โดยใช้เครื่องมือการประเมิน ที่รวดเร็วของการรู้การแพทย์ของผู้ใหญ่ (rapid estimate of adult literacy in medicine; REALM) ลักษณะของเครื่องมือจะใช้การถามศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ทางการแพทย์ประกอบไปด้วย วิธีการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คัดกรองการรู้อย่างรวดเร็วด้วยคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่ใช้ในการ ให้คำปรึกษาและคำที่มีความสัมพันธ์ทางการแพทย์อื่น ๆ รายการคำศัพท์ที่ใช้ในขั้นนี้มาจาก รายการวัดการรู้สุขภาพที่ยอมรับกัน

ขั้นที่ 2 คัดเลือกคำศัพท์ที่จำเพาะทางพันธุศาสตร์ที่มักจะได้ยินเมื่อให้คำปรึกษา โดยเลือกใช้คำที่มีความจำเพาะมากขึ้น

ขั้นที่ 3 การประเมินการรู้พันธุศาสตร์จะประเมินความสามารถในการอ่านของผู้ป่วย และส่วนของคำสรรพนามที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์เท่านั้น ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ระหว่างผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำปรึกษากับผู้ป่วยด้วยอาจมีทั้งการใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์แตกต่างกัน

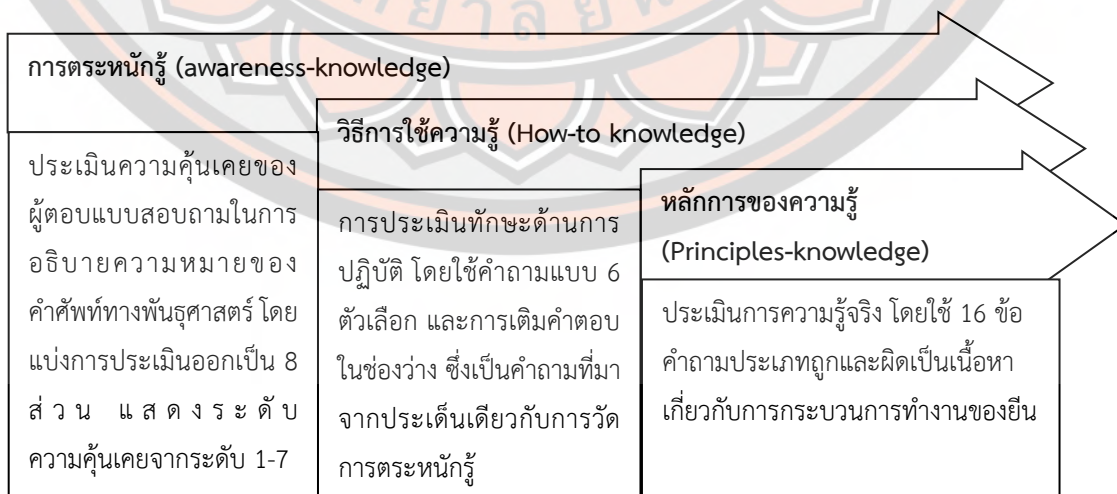
ซึ่ง Erby et al. (2007, p. 175) ได้คัดเลือกคำศัพท์ที่ใช้ในการประเมินการรู้พันธุศาสตร์จากกระบวนการคัดกรองการให้คำปรึกษาทางการแพทย์แล้วสร้างเป็นเครื่องมือวัดการรู้พันธุศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคัดกรองคำศัพท์ทั่วไปทางการแพทย์ที่เกี่ยวกับพันธุศาสตร์กรณีให้คำปรึกษากับผู้ป่วย จำนวน 121 คำจากการเรียนพันธุศาสตร์ทั่วไป และประสบการณ์ทางคลินิก โดยแบ่งออกเป็น 3 คอลัมน์ตามจำนวนพยางค์และการใช้ทั่วไป คอลัมน์ที่ 1 จะเป็นคำศัพท์ที่มี 1 – 2 พยางค์มักจะเป็นศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่พบทั่วไป คอลัมน์ที่ 2 เป็นคำศัพท์ที่มี 2 - 3 พยางค์ ซึ่งเป็นคำที่ไม่ได้ใช้โดยทั่วไป และคอลัมน์ที่ 3 เป็นกลุ่มคำศัพท์หลายพยางค์และไม่คุ้นเคย

ขั้นตอนที่ 2 คัดเลือกคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่มีความจำเพาะขึ้นใช้บ่อยในการให้คำปรึกษาทางการแพทย์ ตัวอย่างเช่น การใช้คำศัพท์เกี่ยวกับภาวะคลอดก่อนกำหนดและคำที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งเต้านมหรือมะเร็งปากมดลูก หรือคำศัพท์ที่มีการใช้น้อยกว่า 20% จากการปรึกษาทางการแพทย์ของผู้ป่วยจากวิดีโอเทปในสถานการณ์จำลองที่ออกแบบโดยทีมวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาเครื่องมือให้มีความสัมพันธ์กันก่อนจะนำไปใช้

Abrams et al. (2015) ใช้การประเมินผลการรู้พันธุศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างวัยผู้ใหญ่ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งประกอบไปด้วยระดับความรู้ 3 ระดับ ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ปรับจาก Abrams et al. (2015)

จากกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ในภาพที่ 1 ประกอบไปด้วยระดับความรู้ 3 ระดับที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านการตระหนักรู้ (awareness knowledge) 2) วิธีการใช้ความรู้ หรือองค์ความรู้ (how-to knowledge) และ 3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) โดยความรู้ในแต่ละระดับมีรายละเอียดดังนี้

1. การตระหนักรู้ (awareness knowledge) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออกในการอภิปรายความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ ความรู้ในระดับนี้ Abrams et al. (2015) ได้ใช้กรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ 8 กลุ่มจากงานวิจัยการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ในผู้ใหญ่ (Rapid Estimate of Adult Literacy in Genetics: REAL-G) โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามอภิปรายเกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ ได้แก่ จีโนมพันธุศาสตร์ (genomics - genetics) โครโมโซม (chromosome) ความไวในการติดเชื้อ (susceptibility) การกลายพันธุ์ (mutation) การแปรผันทางพันธุกรรม (variation) ความผิดปกติทางพันธุกรรม (abnormality) การถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นสู่รุ่น (heredity) และการระบาดของโรค (sporadic) และให้ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินระดับความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทั้ง 8 กลุ่ม ซึ่งระดับความคุ้นเคย จาก 1 (ไม่คุ้นเคย) ถึง 7 (คุ้นเคยมาก) Abrams อธิบายไว้ว่าได้ใช้แบบสอบถามที่มีความแม่นยำสูง มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการสำรวจความคิดเห็น เพื่อบอกระดับความคุ้นเคยของผู้เข้าร่วม โดยคะแนนที่ได้มาจากผลเฉลี่ยจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 8 กลุ่ม คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ โดยแบบประเมินมีค่าความสอดคล้องภายในคำตอบของแบบทดสอบโดยวิธีของ Cronbach's alpha ที่ระดับ 0.951

2. วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ มีทักษะด้านการปฏิบัติ หรือมีความรู้เชิงกระบวนการ โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางพันธุศาสตร์ เช่น เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นการกลายพันธุ์ของยีนที่ส่งผลให้เกิดโรคจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยจะต้องวิเคราะห์ได้ว่าประเด็นปัญหานี้เกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ในเรื่องใด ในการประเมินความรู้ด้านกระบวนการนี้ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องตอบคำถามแบบตัวเลือก 6 ตัวเลือก และเติมคำในช่องว่างเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำมาศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ เมื่อตอบถูกต้องจึงจะได้คะแนนซึ่งแบบประเมินมีค่าความค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี Kuder-Richardson 20 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.755

3. ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ในประเด็นที่ศึกษา ในระดับความรู้นี้เป็นการเน้นความรู้จริง (Factual Knowledge) ของนักเรียนที่ส่งผลให้ต่อความเข้าใจ และสามารถแสดงการแก้ปัญหาในประเด็นที่ศึกษา รวมไปถึงมีความเข้าใจกลไกการกระบวนการเกิดโรคจากประเด็นที่ศึกษา กล่าวคือนักเรียนมีความเข้าใจในหลักการหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ในประเด็นที่ศึกษา และสามารถอธิบายหลักการนั้นในเชิงพันธุศาสตร์ได้ การประเมินในรูปแบบนี้ให้ผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่ และไม่ใช่ ผู้ตอบแบบสอบถามจะได้คะแนนเมื่อตอบถูก แบบประเมินมีค่าความค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี Kuder-Richardson 20 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.842

Krakov et al. (2018) ทำการศึกษาความรู้พันธุศาสตร์ในกลุ่มประชากรสหรัฐอเมริกา โดยใช้ข้อมูลการสำรวจแนวโน้มสุขภาพแห่งชาติ ปี 2017 โดยแบ่งส่วนการประเมินเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การตระหนักเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ การประเมินการตระหนักทางพันธุศาสตร์ ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช่ และไม่ใช่ ตัวอย่างเช่น “แพทย์ได้วิเคราะห์ดีเอ็นเอของชายคนหนึ่งเพื่อบอกข้อมูลทางสุขภาพของเขา” คุณคิดว่าจากข้อความนี้เป็นประเภทหนึ่งของการทดสอบทางพันธุศาสตร์หรือไม่?

2. ความรู้ในการทดสอบทางพันธุศาสตร์ ประเมินต่อจากการตระหนักเกี่ยวกับพันธุศาสตร์โดยใช้คำถามแบบเลือกตอบ ใช่ และไม่ใช่ เกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคจากประเด็นข้างต้น

3. การใช้เทคนิคทางพันธุศาสตร์ ทำการประเมินต่อจากการตอบแบบทดสอบในส่วนของ การตระหนักทางพันธุศาสตร์ เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามตอบว่า ใช่ จากการประเมินข้างต้น Krakow จะถามต่อเกี่ยวกับการใช้เทคนิคทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ใช่แบบทดสอบแบบตัวเลือกที่ประกอบไปด้วยการทดสอบทางพันธุศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือก เช่น เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การทดสอบทางโครโมโซม การทดสอบโรค และการเกิดมะเร็ง เป็นต้น โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องเลือกเพียง 1 คำตอบที่เกี่ยวข้องกับข้อคำถามเท่านั้น การวัดผลการรู้พันธุศาสตร์จะให้คะแนนข้อที่ตอบถูก และทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อการตระหนักทางพันธุศาสตร์ ความรู้ในการทดสอบทางพันธุศาสตร์ และการใช้เทคนิคทางพันธุศาสตร์ในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ในงานวิจัยนี้ใช้แนวทางการวัดและประเมินผลโดยใช้กรอบการประเมินของ Abrams et al. (2015) เนื่องจากเป็นมีการวัดประเมินผลที่ชัดเจน ครอบคลุมนิยาม

ของงานวิจัยนี้และเป็นการประเมินที่สอดคล้องกับรูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่ส่งผลกระทบต่อสังคม ประกอบด้วยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านการเกษตร เกี่ยวกับพืชตัดแปรพันธุกรรม การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านนิติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) และสิทธิมนุษยชน และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ทางการแพทย์เกี่ยวกับการคัดเลือกยีนใส่ในสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะที่ต้องการ

การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue approach)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

Sadler (2004) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม หมายถึง การนำเอาประเด็นที่ถกเถียงกันและยังไม่มีแนวทางแก้ไขตายตัวที่เกี่ยวกับสังคม เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ เข้ามาร่วมในการจัดการเรียนรู้

Zeidler (2004) อธิบายความหมายไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพิจารณาประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากประเด็นปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยหลักคุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิต และลักษณะของสังคมที่ดำรงอยู่มาช่วยในการตัดสินใจ หรือแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม พัฒนามากจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

Puig, & Jiménez-Aleixandre (2011) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่รวมเอาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นทางการเมือง บุคคล หรือคำถามทางศีลธรรมและการเลือกกระทำของบุคคลในสังคม ซึ่งการนำ การโต้แย้งเข้ามาในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมายมากขึ้น โดยประเด็นการโต้แย้งจะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับปัญหาทางสังคมที่ประสบอยู่แล้วยังต้องการการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา

Bossér et al. (2015) การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อมุ่งเน้นให้พลเมืองเกิดความกระตือรือร้นในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เน้นการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับมุมมองความขัดแย้งประเด็นในสังคมที่ผู้เรียนอาศัยอยู่ อาจเป็นประเด็นที่ผู้เรียนเคยประสบ หรือเกิดการเรียนรู้จากประเด็นผ่านตัวบุคคล ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั่วไป เนื่องจากใช้ประเด็นทางสังคมที่ซับซ้อนและยังเป็นที่ยกเถียงกันในสังคมรวมเข้ากับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะมีโอกาสเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เกิดความท้าทาย เห็นคุณค่าของตนเองมากขึ้น และได้แลกเปลี่ยนทัศนคติกับผู้อื่นระหว่างการจัดการเรียนรู้

Nicolaou, Chr.Th. et al. (2015) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม คือ การจัดการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย ประเด็นปัญหาทางสังคม ปัญหาที่มีแนวคิดที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงประเด็นปัญหาเกี่ยวกับศีลธรรม คุณธรรมและค่านิยม

Zeidler et al. (2011 as cited in Chung Y. et al., 2014, p. 3) การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ภาวะโลกร้อน ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ การตัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมมานานทั้งยังมีความเกี่ยวข้องกับศีลธรรมของสังคมและเกิดการโต้เถียงกันในสังคมโดยตลอด ทั้งยังเป็นปัญหาที่มีแนวทางการแก้ไขหลากหลายขึ้นอยู่กับมุมมองและการประเมินค่าของแต่ละบุคคล ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของผู้เรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Sadler et al. (2017) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประเด็นปัญหาทางสังคมที่ซับซ้อน และเป็นที่ยกเถียงของคนในสังคมเข้ากับการจัดการเรียนรู้ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประเด็นทางสังคมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ประเด็นอาหารดัดแปลงพันธุกรรม การเข้าถึงทรัพยากรน้ำ และประเด็นปัญหาของการทำ hydraulic fracturing ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวันได้

จากการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และประเด็นทางศีลธรรมของสังคม เข้ามานบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประเด็นปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นประเด็นปัญหาที่มีได้หลายแนวทางการแก้ไขขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละบุคคล และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สามารถรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของตนเองมากขึ้น

2. ความเป็นมาและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

Zeidler, & Nichols (2009) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ยอมรับในกลุ่มการศึกษาวิทยาศาสตร์สากล (the international science education community) เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังขาดองค์ประกอบในการเรียนรู้ คือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่มีใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับการตัดสินใจจากข้อมูลที่มี อีกทั้งบทเรียนยังต้องมีการปรับปรุงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยรวมประเด็นทั่วไปในสังคมเข้าไปร่วมด้วย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาทักษะการโต้แย้ง ความสามารถในการแยกความแตกต่างของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และประเด็นที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ รวมถึงความรู้ในการเลือกใช้ข้อมูลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือในการสนับสนุนการโต้แย้ง

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมมีบทบาทสำคัญและเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science-Technology-Society approaches: STS approaches) (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2557) ทั้งนี้เนื่องจาก STS มุ่งประเด็นความสนใจในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในสังคม ซึ่งทำให้ละเลยต่อความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อความตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม และความขัดแย้งทางความคิดในการนำวิทยาศาสตร์มาสู่การเรียนการสอน ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ล้วนมีความสัมพันธ์กับเหตุผลเชิงจริยธรรม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้สึก การพัฒนา และวัฒนธรรมของมนุษย์ในสังคม

3. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

Aikenhead (2004, อ้างอิงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558 หน้า 219) ได้อธิบายบทบาทของนักเรียนและครูไว้ดังนี้

บทบาทครู

1. กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้นำมาขบคิด
2. วางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ การเก็บข้อมูล การลงมือดำเนินงาน การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานร่วมกับนักเรียน
3. จัดเตรียมสื่อและแหล่งสืบค้นให้เพียงพอต่อการค้นคว้าหาข้อมูล
4. ตั้งคำถามและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันตัดสินใจ
5. เสริมแรงการเรียนรู้ด้วยเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม
6. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกัน

บทบาทนักเรียน

1. ตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบตามความสนใจและคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคม
2. วางแผน ค้นคว้าข้อมูลเพื่อประกอบการศึกษาค้นคว้า
3. ปรับประยุกต์ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้
4. มีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
5. ร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลประกอบการตัดสินใจ
6. นำข้อมูลที่มากพอและมีความน่าเชื่อถือมาใช้ตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุป

Zeidler et al. (2009) ได้กำหนดบทบาทในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ไว้ 2 ส่วน ดังนี้

บทบาทของครู

ให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการพิจารณาหลักฐานเพื่อสนับสนุนการโต้แย้ง รวมไปถึงการให้คำแนะนำการเข้าถึงสื่อและแหล่งเรียนรู้ ในขั้นตอนการสืบค้นประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงสื่อที่มีความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในหัวข้อที่สนใจ เพื่อใช้ในการถกเถียงกันในชั้นเรียนในเชิงวิทยาศาสตร์และเกี่ยวข้องกับประเด็นทางศีลธรรม จริยธรรมการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และคอยให้คำแนะนำการแสดงความเห็น

ของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง

บทบาทของนักเรียน

นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม เป็นผู้เข้าร่วมหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม มีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและร่วมกันวิเคราะห์และคัดสรรข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ดังนี้

บทบาทของครู กำหนดประเด็นที่จะให้นักเรียนศึกษาโดยเป็นประเด็นที่ยังถกเถียงกันในสังคม และยังไม่มีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว วางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ การเก็บข้อมูล การลงมือดำเนินงาน รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลงานของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คอยให้คำแนะนำในการเข้าถึงสื่อและแหล่งเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงสื่อที่มีความถูกต้อง และนำเสนอข้อโต้แย้ง ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ให้คำแนะนำการแสดงความเห็นของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมเพื่อเป็นไปในทางที่ถูกต้อง

บทบาทของนักเรียน ตั้งคำถามและวางแผนเพื่อหาคำตอบคำถามเกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคมโดยมีส่วนร่วมในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย รู้จักใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น เมื่อได้ข้อมูลแล้วร่วมกันวิเคราะห์ภายในกลุ่มเพื่อคัดสรรข้อมูลประกอบการตัดสินใจจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

4. ผลดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมส่งผลดีและช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนหลายด้าน ดังนี้

1. ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การอธิบายปรากฏการณ์ การประเมินค่า การแปลความหมายข้อมูล และส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Zeidler, 2005, p. 53)

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในมุมมองที่หลากหลายทั้งข้อดีและข้อเสียที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถ

นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยตัดสินใจเลือกแนวทางการปฏิบัติในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมที่ศึกษา โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรมจริยธรรมของสังคม (Gutierrez, 2015, p 146)

3. ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของผู้เรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Zeidler et al., (2011 as cited in Chung et al., 2016, p. 3)

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความรู้สึกดีต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ (Nicolaou et al., 2015) และเกิดความกระตือรือร้นกับสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง เน้นการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับมุมมองความขัดแย้งประเด็นทางสังคม ผู้เรียนมีโอกาส เป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เห็นคุณค่าของตนเอง และได้แลกเปลี่ยนทัศนคติกับผู้อื่นขณะ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Bossér et al., 2015)

5. ส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (พงศักรณี, 2016, น. 345)

6. ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนในบทเรียนมากขึ้น และช่วยให้ผู้เรียน รู้จักการเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน (Sadler et al., 2017; Bossér et al., 2015)

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้เทคโนโลยี (Zangori et al., 2017)

8. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาหลักการในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่ศึกษาทำให้เกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนมากขึ้น และเกิดความสนุกสนาน ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Friedrichsen et al., 2016)

9. ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผ่าน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ทำให้ได้มองเห็นผลกระทบของประเด็นที่ศึกษา ในหลากหลายมุมมอง (Sadler et al., 2017)

จากผลดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยส่งเสริม การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารและการรู้เทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน ผู้เรียนจะมีโอกาสเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ เห็นคุณค่า ของตนเองได้แลกเปลี่ยนทัศนคติกับผู้อื่นด้วย มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานกับบทเรียนและเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวัน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถ เลือกแนวทางการปฏิบัติในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษา โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรม จริยธรรมของสังคม

5. แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ดังนี้

Zeidler et al. (2005, p. 363) ได้ระบุกรอบแนวทางประเด็นปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญต่อการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน รวมถึงการรับรู้เกี่ยวกับลักษณะทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีผลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม

2. ประเด็นการอภิปรายในชั้นเรียน เน้นการอภิปรายในเชิงมุมมองการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านการถกเถียงในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งการอภิปรายในชั้นเรียนนี้ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

3. ประเด็นทางวัฒนธรรม การจัดการเรียนรู้ที่เอาประเด็นทางวัฒนธรรมเข้ามาเสริมกับการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนมีความใกล้ชิดกับวัฒนธรรมและสังคม

4. ประเด็นที่ใช้เพื่อส่งเสริมพลเมืองให้มีการรู้วิทยาศาสตร์ ประเด็นปัญหาที่นำมาเป็นกรณีศึกษา เช่น อาหารผ่านการติดต่อพันธุกรรม พันธุวิศวกรรมพันธุกรรมของมนุษย์ การใช้สัตว์ทดลอง ปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการใช้หลักฐานสนับสนุนอย่างมีประสิทธิภาพในการถกเถียงประเด็นกรณีศึกษา ซึ่งมีส่วนช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมของผู้เรียนด้วย

Zeidler (2009, p. 50) ได้กำหนดกรอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การกำหนดประเด็นเกี่ยวกับคุณธรรมและศีลธรรมที่จะใช้ศึกษาตลอดภาคเรียน ซึ่งมาจากประเด็นที่นักเรียนสนใจ หรืออาจใช้ระยะเวลาที่มากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในวัตถุประสงค์ ซึ่งปกติแล้วจะไม่กำหนดเป็นเนื้อหาที่อยู่ในหนังสือ โดยปกติแล้วนักเรียนมักจะไม่นึกถึงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล แต่จะคิดเฉพาะเรื่องที่เกิดผลกระทบต่อตัวเอง จึงเป็นส่วนเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงตนเองเข้ากับสังคมมากขึ้น

ส่วนที่ 2 การให้ผู้เรียนโต้เถียงกันในบริบทที่กำหนดในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับพลเมืองในสังคมมากขึ้น ในส่วนนี้จะมีประเด็น

ทางคุณธรรม จริยธรรมเข้ามาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ด้วย มีการโต้แย้งในประเด็นปัญหา และใช้หลักฐานสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งเป็นการประยุกต์เนื้อหาที่อยู่ในบทเรียนในการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจน

Eilks (2010 as cited in Sadler, 2011, p. 387) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมของ Eilks แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้นำเสนอประเด็นที่สนใจศึกษาจากรายงานข่าว สิ่งพิมพ์ สื่อต่าง ๆ หรืออาจเป็นปัญหาจริงที่ตนเองพบเห็นเป็นประจำ

ขั้นที่ 2 ชี้แจงเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ (Clarification of the science) ครูจะคอยช่วยเหลือนักเรียนในการทำความเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นปัญหาที่กำหนดในมุมมองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ขั้นที่ 3 มุ่งเน้นไปยังประเด็นที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้ (Refocus on the socio-scientific dilemma) หรือมีหลายแนวทางในการแก้ไข นักเรียนมุ่งความสนใจในประเด็นปัญหาทางสังคมหรือประเด็นที่กำลังถกเถียงกันของสังคม

ขั้นที่ 4 บทบาทสมมติ (Role-playing task) นักเรียนจะได้ลองสวมบทบาทที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่กำหนด ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้โต้แย้งกัน และการสร้างสื่อที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อน (Meta-reflective activity) นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ตนเองได้ปฏิบัติหรือประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด เกี่ยวกับประเด็นปัญหาข้างต้น และส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในมุมมองวิทยาศาสตร์มากขึ้น

พงศกรณ์ พันธุ์โยคีศรี (2559, น. 342) ได้ประยุกต์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของ Zeidler et al. (2005) ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอหัวข้อ (Topic introduction) นำเสนอสถานการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะในด้านสิ่งแวดล้อมที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ เพื่อนำมาสู่การกำหนดหัวข้อในการศึกษา

ขั้นที่ 2 ทำทลายความเชื่อหลัก (Challenging Core Beliefs) ทำทลายความเชื่อหลักกับประเด็นสิ่งแวดล้อมที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การสอนอย่างเป็นทางการ (Formal Instruction) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและสร้างความรู้เข้ากับความรู้อื่นๆ

ขั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม (Group Activity) สืบค้นข้อมูลภายใต้คำถามที่ตั้งขึ้นมา นำเสนองาน อภิปรายในกลุ่มย่อยและสรุป

ขั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามที่อยู่ในบริบท (Develop Contextual Questions) นำข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ถูกนำเสนอพัฒนาคำถามใหม่ที่อยู่ในบริบทของสิ่งแวดล้อม ตรวจสอบความเข้าใจและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ขั้นที่ 6 อภิปรายในชั้นเรียน (Class Discussion) วิเคราะห์ข้อมูล แสดงความคิดเห็น และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและหลักคุณธรรมจริยธรรมในการตัดสินใจ

ขั้นที่ 7 การสอนสุดท้ายและการทำให้แนวความคิดชัดเจน (Final Instruction and Clarification Concepts) สรุปการอภิปราย อธิบายความสัมพันธ์ในเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับประเด็นสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการศึกษาและสร้างความเข้าใจในมนทัศน์

ขั้นที่ 8 การประเมินความรู้และการให้เหตุผล (Knowledge and Reasoning Assessment) ประเมินความรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและการให้เหตุผลที่เป็นหลักคุณธรรมจริยธรรมจากการนำเสนองาน การแสดงความคิดเห็น การแสดงชิ้นงานที่แสดงออกถึงความตระหนักในประเด็นของสิ่งแวดล้อม หรือจากการสอบข้อเขียน

Chung et al. (2016) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สังคม ในการเรียนการสอน เรื่องการตัดแปรพันธุกรรม เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารโดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น ดังนี้

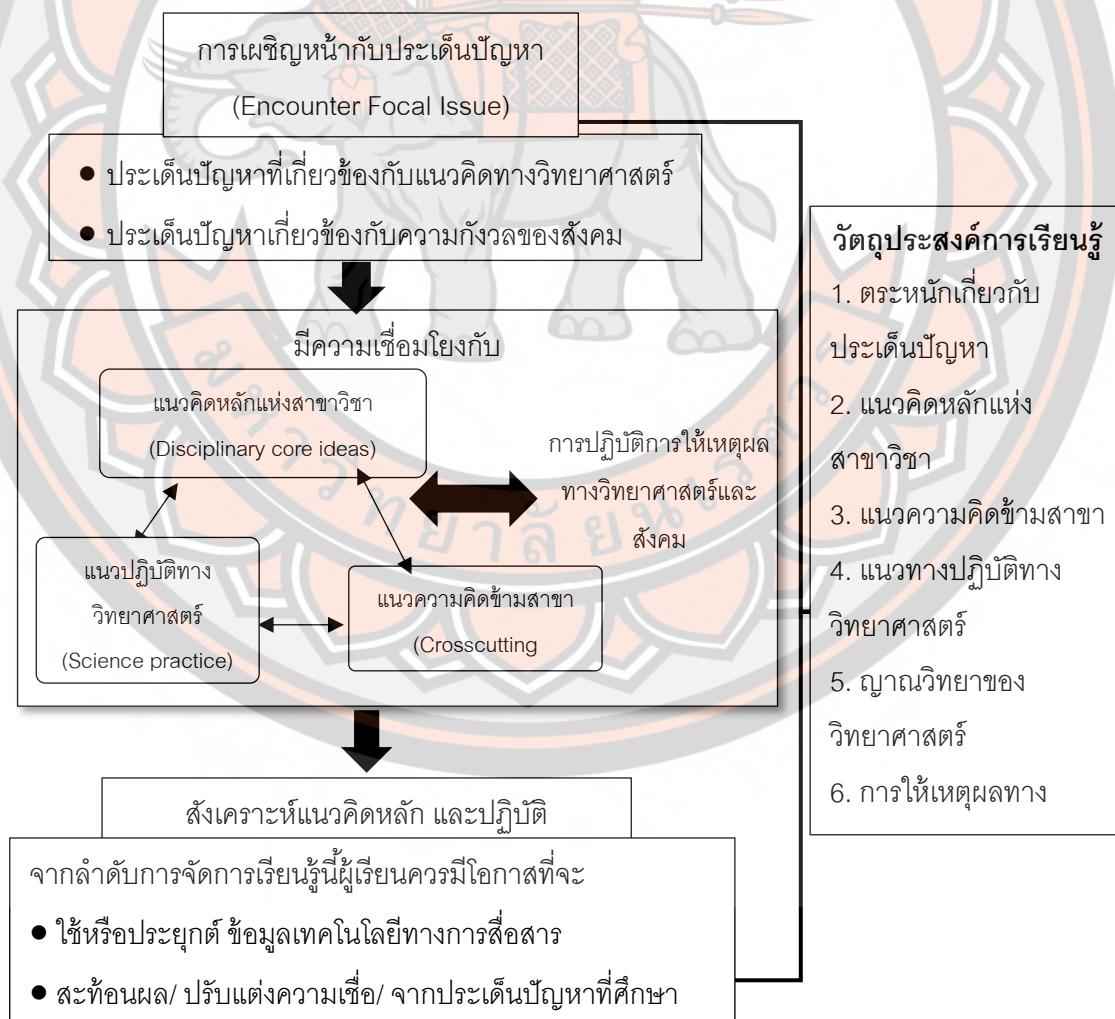
ขั้นที่ 1 การเข้าใจส่วนที่เป็นแนวคิดหลัก ต้องเข้าใจบริบทของผู้คนซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้น ที่สำคัญเพื่อให้เกิดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม มีเกิดการโต้แย้ง และถกเถียงกันโดยอาศัยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ช่วยสนับสนุนซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถเลือกหลักฐานที่มีความสอดคล้องสามารถใช้สนับสนุนการโต้แย้งนั้น ๆ ได้

ขั้นที่ 2 การเห็นคุณค่า เป็นขั้นตอนที่พัฒนาความสามารถในการยอมรับฟังมุมมองความคิดเห็นที่หลากหลายที่มาจากตนเอง และผู้อื่น ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม และยังเป็นขั้นตอนที่ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของผู้เรียนอีกด้วย

ขั้นที่ 3 การพัฒนาความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย (Developing Active Assertions) การกำหนดสำหรับการสื่อสารเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในแต่ละบุคคล

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความเข้าใจร่วมกัน เป็นความสามารถในการตีความและเข้าใจประสบการณ์ และเข้าใจเห็นใจความรู้สึกของผู้อื่นมากขึ้น รวมถึงความสามารถที่รับรู้การเปลี่ยนแปลงทางจิตใจของผู้อื่นเพื่อจะเข้าใจและแบ่งปันความรู้สึกร่วมกันในการสื่อสาร

Sadler et al. (2017, p. 80) ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม สำหรับการเรียนเนื้อหาชีวเคมี โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังภาพ 2



ภาพ 2 แบบจำลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific issue: SSI) ปรับปรุงจาก Sadler et al. (2017)

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา (Encountering the Focal Issue) เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนจะได้พบสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญเนื่องจากจะทำให้นักเรียนได้เกิดความตระหนักถึงความสำคัญของประเด็นปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบต่อด้านต่าง ๆ โดยวิเคราะห์ผ่านมุมมองทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นประเด็นเกี่ยวกับปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสถานการณ์ที่จะศึกษาตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมต่อไป

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ (Three-Dimensional Science Learning) ขั้นนี้จะจัดการเรียนการสอนเป็นสามมิติ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการออกแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ เนื้อหาที่ใช้เป็นบทเรียนหลัก (disciplinary core ideas) แนวความคิดข้ามสาขา (crosscutting concepts) และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (science practices) โดยการจัดการเรียนรู้จะยึดตามหลักสูตรในการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ และใช้ประเด็นปัญหาที่มีหลายแนวทางแก้ไขมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้เกิดการส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific Reasoning) ของนักเรียน ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ตกลงและกำหนดประเด็นปัญหาที่จะสะท้อนผลในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ และสังคม ผู้เรียนจะได้ฝึกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง Sadler เสนอตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเรื่องเชื้อดื้อยา ที่เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนหลัก เรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติไว้ดังนี้ ขั้นแรกให้นักเรียนสืบค้นประเด็นทางสังคมจากแหล่งความรู้ด้วยตนเองก่อนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และเกิดความคุ้นเคยกับประเด็นปัญหา หลังจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของปัญหาต่อสังคม พลเมือง และสิ่งแวดล้อม และข้อดีข้อเสียของประเด็นปัญหาต่อสังคม ซึ่งจะใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนแบ่งบทบาทกันศึกษา โดยอ่านบทความที่เกี่ยวข้องกับบทบาทที่ตนได้รับมอบหมายในมุมมองต่าง ๆ และวิเคราะห์ผลการศึกษาในมุมมองนั้น ให้นักเรียนตอบคำถาม และสรุปเกี่ยวกับมุมมองที่ตนเองได้รับมอบหมาย หลังจากนั้นนำมาอภิปรายในกลุ่มและสรุปข้อมูลรวมกันในมุมมองของประเด็นดื้อยา

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ (Synthesis of Ideas and Practices) นักเรียนจะได้สังเคราะห์แนวคิดและปฏิบัติภายหลังการได้เผชิญกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ขั้นนี้นักเรียนจะมีโอกาสในการสะท้อนมุมมองความคิดของตนเองเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับของบทเรียนที่ศึกษา รวมไปถึงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม นักเรียนจะได้แสดงข้อเสนอแนะในแบบฝึกหัดท้ายหน่วย และประเมินผลหลังการจัดการ

เรียนรู้ทำหน่วย จากตัวอย่างบทเรียนเรื่องเชื้อดื้อยา ผู้เรียนจะได้สร้างนโยบายเกี่ยวกับข้อจำกัดในการผลิตและควบคุมการแพร่ระบาดของแบคทีเรียที่ดื้อยา โดยพิจารณาความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนในสังคม นักเรียนได้เลือกใช้นโยบายที่ยืดหยุ่นในระดับประเทศ และระดับนานาชาติ นักเรียนจะเรียนรู้ เข้าใจและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมโรคระบาด โดยต้องสามารถอธิบายเกี่ยวข้องกับเนื้อหาการคัดเลือกทางธรรมชาติได้ ผ่านมุมมองต่าง ๆ เกี่ยวกับสังคม ประชากร และสิ่งแวดล้อม

การประเมินการสะท้อนผลในขั้นนี้ให้นักเรียนต้องเขียนเรียงความแสดงแนวคิดนโยบายที่ถูกต้องในมุมมองของตนเองความยาว 1 ถึง 4 หน้า เป็นเหมือนกับงานวิจัยกลุ่มซึ่งในเรียงความประกอบไปด้วยการให้เหตุผลและประเด็นการโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ศึกษาข้างต้นโดยการโต้แย้งมีโครงสร้างประกอบไปด้วยการให้เหตุผล และเอกสารสนับสนุนการให้เหตุผลนั้น งานวิจัยนี้จะพิจารณาว่านักเรียนใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและหลักฐานเกี่ยวกับนโยบายของพวกเขาหรือไม่ รวมไปถึงเหตุผลที่เกี่ยวข้องทางสังคม พลเมือง เศรษฐกิจ และประเด็นทางศีลธรรม โดยครูจะต้องออกแบบเกณฑ์การประเมินภายหลังการจัดการเรียนรู้ อย่างครอบคลุมเป็นระดับที่ชัดเจน

จากแบบจำลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมด 7 ข้อ ประกอบไปด้วย

1. การตระหนักรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหา (Awareness Issue) นักเรียนได้เผชิญประเด็นปัญหาและตระหนักถึงความสำคัญที่มีผลกระทบต่อสังคมในด้านต่าง ๆ

2. แนวคิดหลักแห่งสาขาวิชา (Disciplinary Core Ideas) นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดและเนื้อหาหลักแห่งสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหานั้น ตัวอย่างของการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับการคัดเลือกทางธรรมชาติและการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต

3. แนวคิดข้ามสาขา (Crosscutting concepts) นักเรียนได้เข้าใจแนวคิด วิเคราะห์สาเหตุและผลที่จะเกิดของประเด็นที่ศึกษา ซึ่งกรอบการจัดการเรียนการสอนของ Sadler et al. (2017) มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบของการวิวัฒนาการของเชื้อดื้อยาด้วยการสำรวจสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมไปถึงความคงที่และการเปลี่ยนแปลง

4. แนวทางปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Science practices) การจัดการเรียนรู้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การตั้งคำถาม การพัฒนาและใช้แบบจำลอง (เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา) การวางแผนและการดำเนินการ

สืบเสาะ การใช้คณิตศาสตร์ การสร้างคำอธิบาย การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานที่เป็นประจักษ์ การรวบรวม การประเมิน และการสื่อสารสาร ซึ่งครอบคลุมการจัดการเรียนการสอนของ Sadler et al. (2017) มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เชื้อดื้อยา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองเกี่ยวกับการต้านทานของเซลล์ที่ส่งผลต่อการดื้อยาของเชื้อจุลินทรีย์ ใช้แบบจำลองนำเสนอและอธิบายสาเหตุการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลของประชากรแบคทีเรียในช่วงเวลาหนึ่ง และการคัดเลือกทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแบคทีเรีย

5. ญาณวิทยาทางวิทยาศาสตร์ (Epistemology of Science) หรือทฤษฎีที่อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แหล่งเกิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเหตุแห่งความรู้ที่แท้จริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาความเป็นจริงของประเด็นเชื้อดื้อยา และสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นเชื้อดื้อยา

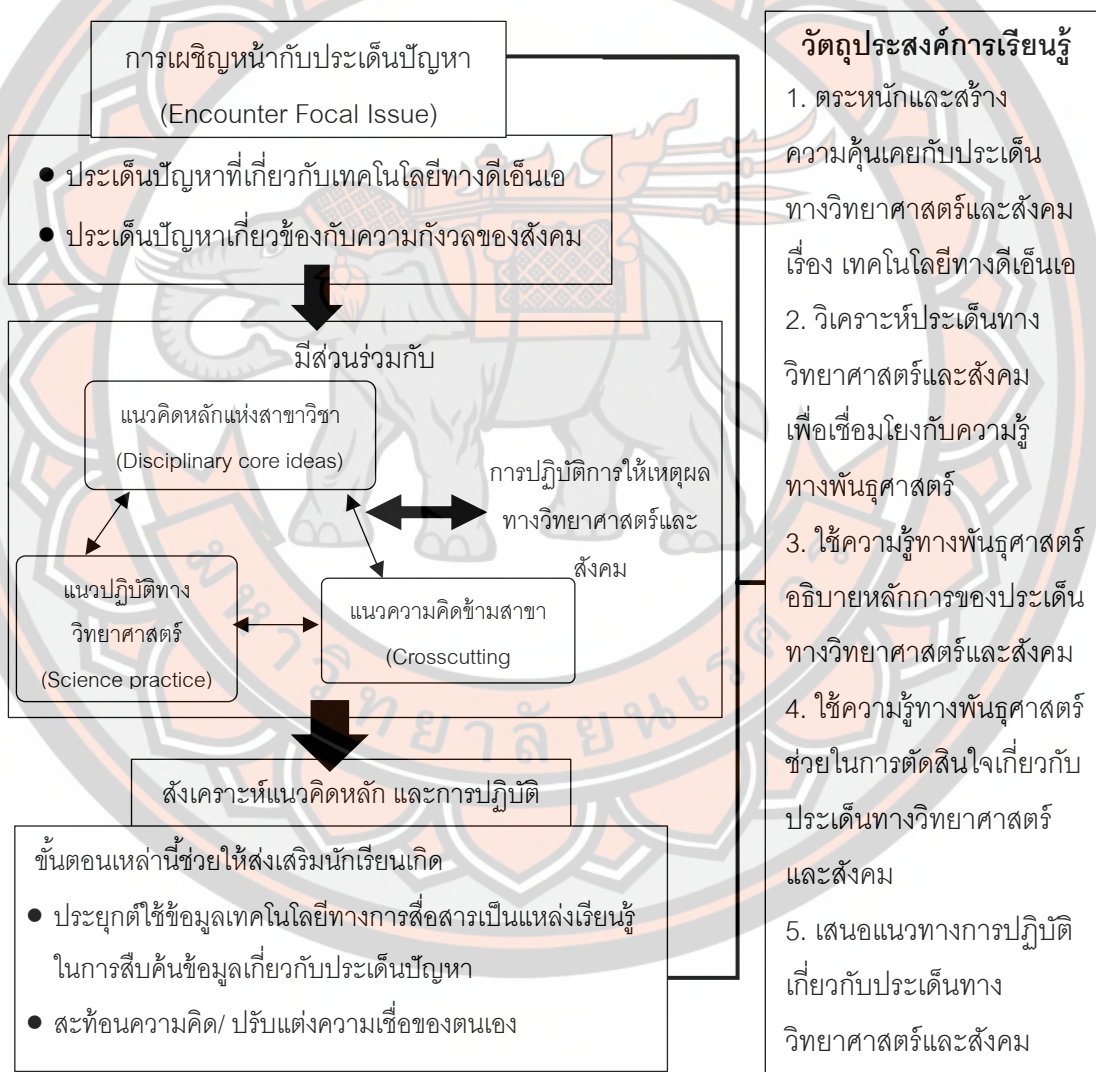
6. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Socio-scientific Reasoning) นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบของเชื้อดื้อยาที่มีต่อสังคมและศีลธรรมของสังคมผ่านการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

7. ความเป็นเอกลักษณ์ (Identity) การจัดการเรียนรู้ของ Sadler et al. (2017) ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีบทบาทสำคัญในการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เชื่อมโยงกับบทเรียน เป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ ได้สืบค้นข้อมูล อภิปรายผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในชั้นเรียน และเห็นคุณค่าของการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

จากการศึกษาข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ซึ่งเป็นปัญหาที่มีแนวทางการแก้ไขหลายแนวทางและมีความเกี่ยวข้องกับศีลธรรมของสังคม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนรู้จักตระหนักถึงผลกระทบของประเด็นปัญหาที่มีต่อสังคม ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนการโต้แย้ง ของแนวทางการแก้ปัญหา และส่งเสริมการนำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผ่านกระบวนการทางสังคม

6. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมกับการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงเป้าหมายและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของ Sadler et al. (2017) พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ผู้วิจัยจึงปรับใช้กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังสรุปภาพ 3



ภาพ 3 แบบจำลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของผู้เรียน (ปรับปรุงจาก Sadler et al., 2017)

จากโมเดลการจัดการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องและเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ทั้ง 3 ระดับความรู้ ดังนี้

1. ตระหนักและสร้างความคุ้นเคยกับประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนได้เผชิญหน้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและทำความเข้าใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่จะศึกษา เกิดความคุ้นเคยและเข้าใจความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ระดับการตระหนักรู้ (awareness knowledge)
2. วิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมและเชื่อมโยงกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ นักเรียนได้วิเคราะห์หลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมความรู้ในหลักการ (principles knowledge)
3. ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์อธิบายหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการการรู้พันธุศาสตร์ในระดับความรู้ในหลักการ (principles knowledge)
4. ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในบทเรียนเป็นเครื่องมือช่วยในการพิจารณาและตัดสินใจเพื่อสังเคราะห์เป็นแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เป็นการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)
5. เสนอแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม การจัดการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายนักเรียนจะได้ฝึกการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ ในการเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และช่วยส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ตามกรอบแนวคิดของ Sadler et al. (2017) เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาและสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่จะต้องสามารถแก้ปัญหาและเข้าใจความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ในสังคมค่านึงถึงผลกระทบที่เกิดกับตนเองและสังคม รวมไปถึงขั้นตอนดังกล่าวมีการสะท้อนผลการพัฒนาสิ่งที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาในครั้งนี้

ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและปรับปรุงกรอบการจัดการเรียนรู้ของ Sadler et al. (2017) ให้เข้ากับบริบทห้องเรียนของผู้วิจัยมากขึ้น โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา (Encountering the Focal Issue) เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนจะได้พบประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และมีความสำคัญ เนื่องจากนักเรียนจะได้เกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งผลกระทบต่อสังคมด้านต่าง ๆ โดยวิเคราะห์ผ่านมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นเหตุเป็นผลกัน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ (Three-Dimensional Science Learning) ขั้นนี้จะจัดการเรียนรู้เป็นสามมิติ ที่ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ การศึกษาหลักการของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เชื่อมโยงหลักการในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ากับเนื้อหาบทเรียน และสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีต่อสังคมในด้านต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้จะยึดตามหลักสูตรในการเรียนวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา และหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเข้ามาร่วมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการให้การเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับความรู้ โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ให้สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนแบ่งบทบาทกันศึกษาบทบาทความผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมแล้ววิเคราะห์ผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมร่วมกัน และสรุปข้อมูลที่สืบค้นเพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ (Synthesis of Ideas and Practices) นักเรียนสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมผ่านการสร้างชิ้นงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ปิยะฉัตร ชาญตะแก้ว และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียน ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดย ใช้การเรียนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน 2) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบ การคิดเชิงเหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยส่วนรวมและจำแนกตามแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์และรูปแบบการเรียน 3) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงเหตุผลหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันและเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยการใช้การเรียนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการเรียนแบบปกติมีการพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งจากการสอบ และการคิดเชิงเหตุผลเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p < .0001$) นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง มีเฉพาะความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลมากกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ ($p \leq .012$) ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์มีความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงเหตุผลมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ ($p \leq .003$)

พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี (2559) ได้ทำการศึกษาดูผลการผลของการเรียนรู้ตามแนวคิด ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกลุ่มที่ได้รับการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่าง กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อุวิชาศาสตร์ตามแนวคิด ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมกับ กลุ่มที่ได้รับการ จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปโดยจำแนกตามองค์ประกอบเป็น 3 ด้าน คือ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติ ด้านสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการรู้สิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย 1) แบบทดสอบความรู้ ด้านสิ่งแวดล้อม 2) แบบวัด เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) แบบรายงานพฤติกรรมตนเอง ด้านสิ่งแวดล้อม และ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม 2) แผนการจัดการเรียนรู้อุวิชาศาสตร์แบบทั่วไป

สอนทั้งหมด 3 ประเด็น 13 คาบ คาบละ 60 นาที เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมมีความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อม ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป และนักเรียนกลุ่ม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม มีคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Sadler et al. (2011) ทำการศึกษาการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (Global Climate Change) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ คือ 1) ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม ที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนและครู 2) พัฒนาความเข้าใจการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมจากมุมมองที่ใกล้ชิด (จากการสังเกตในห้องเรียนขณะทำ กิจกรรมการเรียนการสอน) 3) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมที่ส่งเสริมความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน 4) ศึกษาความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สังคม และพัฒนาการประเมินการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม ในการดำเนินการวิจัย ใช้ห้องเรียนเป็นฐานมุ่งเน้นเทคโนโลยีนวัตกรรมการศึกษา ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ร่วมด้วย วิธีการดำเนินการใช้กลุ่มตัวอย่างที่เรียนสายการเรียนวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ออกแบบ ให้สอดคล้องกับการประเมินและหลักสูตรสำหรับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และสังคม (Curriculum and Assessment Tools for Socio-scientific Inquiry: CATSI) ลักษณะเป็นคำถาม ปลายเปิด เช่น ภาวะโลกร้อนคืออะไร? ภาวะเรือนกระจกคืออะไร? ภาวะโลกร้อนกับภาวะเรือน กระจกมีความสัมพันธ์กันอย่างไร? อะไรเป็นตัวควบคุมที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก? เป็นต้น วิเคราะห์คำตอบด้วยวิธีการเปรียบเทียบที่คงที่ (constant comparative method) ในลักษณะ การตีความข้อมูลและให้รหัสของคำตอบงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตัดแปลงจาก McNemar ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการทดสอบไคสแควร์ งานวิจัยนี้พัฒนาใช้ระดับคะแนนการแปลความ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม (ความซับซ้อนของการให้เหตุผล การสืบเสาะ มุมมองที่หลากหลาย) และใช้เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสังคม

Goltz (2015) ได้ทำการศึกษาการแสดงผลการรู้พันธุศาสตร์ในกลุ่มเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยการรู้พันธุศาสตร์ที่นิยมในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วย ด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่มีต่อพันธุศาสตร์ ซึ่งมีที่มาจาก การรู้สุขภาพ การดำเนินการวิจัยโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จากกลุ่มเครือข่ายสังคมออนไลน์เว็บไซต์ Yahoo โดยมุ่งเน้นกลุ่มตัวอย่างที่มีความผิดปกติทางยีน หรือเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นสมาชิกของเว็บไซต์ที่ใช้ภาษาอังกฤษเท่านั้น งานวิจัยนี้อาศัยข้อมูล ในการวิเคราะห์จากการเขียนอีเมลล์ของกลุ่มตัวอย่างแล้วใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ของข้อความเชิงบรรยายที่มีความสัมพันธ์กับทฤษฎีด้านสุขภาพ งานวิจัย และการปฏิบัติ เพื่อสำรวจความเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนด้านสาธารณสุขและความเสี่ยงทางพันธุศาสตร์ ของผู้เข้าร่วม ผลการวิจัยพบว่า ครอบครัวและพฤติกรรมส่วนบุคคลเป็นสาเหตุหลักต่อการผิดปกติ ของยีนที่เกิดขึ้น เช่นการมีความรู้ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ การขาดทักษะ การตัดสินใจเกี่ยวกับด้านสุขภาพ การประเมินความเสี่ยงทางยีนที่ผิดพลาดรวมถึงความเข้าใจ ที่ผิดเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรม ระดับการรู้สุขภาพอยู่ในระดับที่ต่ำ แม้ปัจจุบันเทคโนโลยี ทางพันธุศาสตร์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มีแอปพลิเคชันที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ และสุขภาพมากมาย แต่ก็ยังเกิดข้อจำกัดในการใช้ของคนในสังคม เนื่องจากคนในสังคม ยังมีการรู้พันธุศาสตร์ที่จำกัดทำให้ส่งผลต่อการใช้ความรู้ในการตัดสินใจ เป็นพลเมืองในสังคม เกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์

Abrams et al. (2015) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรู้พันธุศาสตร์ และการประเมินความสามารถของวิจัยเชิงสำรวจ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยออกเป็น 3 มิติ การรู้พันธุศาสตร์ คือ 1) การตระหนักรู้ 2) วิธีการใช้ความรู้ และ 3) ความรู้ในหลักการ หรือความรู้ที่เป็นจริง โดยประยุกต์นิยามการรู้พันธุศาสตร์จาก Rogers (2003) ทำการศึกษา กลุ่มประชากรที่เป็นผู้บริโภคนในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้การสำรวจด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ การประเมินความรู้ทั้ง 3 ระดับนี้จะใช้วิธีที่ต่างกัน การประเมินการตระหนักรู้เป็นการประเมิน เพื่อวัดความคุ้นเคยของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาโดยการขีดบอกระดับความคุ้นเคยคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์จากระดับ 1 – 7 ซึ่งศัพท์ที่ใช้มาจากการประเมินการรู้สุขภาพในผู้ใหญ่ (Rapid Estimate of Adult Literacy in Genetics; REAL-G) การประเมินวิธีการใช้ความรู้หรือ ทักษะในการปฏิบัติใช้แบบทดสอบ 6 ตัวเลือกและการแบบทดสอบการเติมคำในช่องว่าง ซึ่งข้อความถามเกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ ตัวอย่างเช่น เป้าหมายของการทดสอบทางพันธุศาสตร์ ของยีน BRCA คืออะไร? เป็นต้น และการประเมินการความรู้ในหลักการจะใช้แบบทดสอบ เลือกตอบถูกหรือผิด ซึ่งการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ที่ประกอบด้วยความรู้ทั้ง 3 ระดับ

จะใช้จุดตัดที่ร้อยละ 70 เพื่อบอกการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง การศึกษานี้ศึกษาความสัมพันธ์และวิเคราะห์องค์ประกอบทั้ง 3 มิติด้วยมาตราส่วนของ Mokken และสมการเชิงเส้น ผลศึกษาพบว่า การรู้ทั้ง 3 ส่วนมีความสัมพันธ์กันและเป็นผลต่อกันโดยตรง

Bosser et al. (2015) ได้ทำศึกษาความท้าทายในการจัดการเรียนรู้ของครู โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีคำถามงานวิจัยประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมในห้องเรียนของครู สามารถช่วยให้ครูเกิดการพัฒนาด้านใดบ้าง 2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจะทำนายครูผู้สอนอย่างไร ทำการศึกษาโดยใช้การบันทึกเสียงและวีดีโอระหว่างการสอนของครูวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น เน้นศึกษาพฤติกรรมของครูและนักเรียนในห้องเรียน, บันทึกปัญหาที่พบหลังจบบทเรียนของครูและวีดีโอบทสนทนาระหว่างครูผู้สอนกับครูพี่เลี้ยง หลังจากนั้นวิเคราะห์ผลตามการวิเคราะห์เชิงคุณภาพผลการศึกษาพบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูได้เกิดความตระหนัก ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลการศึกษายังมีความขัดแย้งวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แต่การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคมนั้นเป็นประโยชน์ต่อการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเพิ่มมากขึ้น

Cebesoy et al. (2017) ได้ศึกษาการรู้พันธุศาสตร์ของครูสอนวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ ทักษะ และมุมมองในการสอนนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีคำถามวิจัย 2 ข้อ คือ 1) ระดับของการรู้พันธุศาสตร์ของครูสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะ และความเข้าใจการสอนประเด็นการรู้พันธุศาสตร์คืออะไร? 2) ลักษณะของครูสอนวิทยาศาสตร์สามารถทำนายระดับการรู้พันธุศาสตร์ ทักษะต่อประเด็นเกี่ยวกับการรู้พันธุศาสตร์ และการรับรู้ของการสอนประเด็นการรู้พันธุศาสตร์ได้อย่างไร? งานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบหลายตัวเลือกโดยประยุกต์มาจากการวัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักศึกษาปริญญาตรี เนื้อหาทางพันธุศาสตร์ การถ่ายทอดยีน การแสดงออกของยีน การควบคุมของยีน วิวัฒนาการ และพันธุศาสตร์กับสังคม วิเคราะห์ผลโดยการหาความสัมพันธ์สองตัวแปร พบว่าผู้หญิงจะมีระดับความสนใจพันธุศาสตร์ระดับสูง และการรู้พันธุศาสตร์สูงกว่า และมีทัศนคติเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ในระดับดี และครูยังเชื่อว่าการรู้พันธุศาสตร์ทำให้ตนเองมีความสามารถ และมีกรู้พันธุศาสตร์ของครูช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ของตนเองได้ดีขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทของห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างถึงใน สิรินภาพกิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนการสร้างและออกแบบการปฏิบัติว่าจะมีลักษณะใด โดยจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่จะใช้ในการปฏิบัติ เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียนได้ ในการวางแผนผู้วิจัยต้องสำรวจปัญหาในการจัดการเรียนรู้ของตนเองที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ มีการวิเคราะห์ปัญหาและตั้งคำถามของการวิจัยเพื่อหาคำตอบ ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาของผู้วิจัยเป็น นวัตกรรม การเรียนรู้ กล่าวคือ กระบวนการหรือสิ่งนำมาใช้แล้วสามารถแก้ปัญหาการเรียนรู้ โดยสิ่งนำมาใช้นั้นต้องเป็นสิ่งที่แตกต่างจากเดิม ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้วิธีการวัดประเมินการเรียนรู้

2. การลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยผู้วิจัยได้นำแผนหรือแนวคิดที่ตนคิดว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้ลงมือปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน โดยขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับขั้นตอนต่อไป คือ การสังเกต โดยผู้วิจัยจะต้องคอยสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูล

หลักฐานที่เกิดขึ้นมาประเมินการปฏิบัติของตนเอง ซึ่งการปฏิบัติอาจไม่ได้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ก่อนหน้านี้ทั้งหมด เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ เวลา และสถานที่จริงอาจไม่เหมือนกับที่คาดไว้

3. การสังเกต (Observe) เป็นการรายงานสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติ ในขั้นนี้ ผู้วิจัยต้องตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการสอนในขั้นที่ 2 ว่าวิธีนั้นได้ผลหรือไม่ และผู้วิจัยมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีนั้นหรือไม่ กล่าวคือ ผู้วิจัยจะต้องคิดหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้ และหาสาเหตุ จากนั้นให้ดำเนินการแก้ไขอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผลว่า รู้สึกอย่างไร หรือได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยบ้าง โดยการสังเกตครอบคลุมไปถึงวิธีการอื่น ๆ ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้การสังเกตจำทำให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพ สิ่งที่เป็นต่อการสังเกต ได้แก่ ความรอบคอบ การเปิดใจให้กว้างเพื่อรับสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยต้องพยายามสังเกตและเก็บข้อมูลที่เน้นประเด็นที่สนใจศึกษา

จากนั้นให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยพยายามมองหาหลักฐาน ข้อมูลที่สนับสนุน และคัดค้าน เพื่อนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่า วิธีปฏิบัติใดให้ผลดีที่สุด

4. การสะท้อนผล (Reflect) เป็นการย้อนคิดถึงการปฏิบัติของตนโดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการแก้ปัญหา และประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษารวมทั้งเป็นการเสนอแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่งใดช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และมีการปรับปรุงและพัฒนาในการสอนครั้งต่อไป การสะท้อนความคิดนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการบันทึกหลังสอนและมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างเพื่อนร่วมงาน ที่ปรึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญระดับอุดมศึกษาเพื่อนำไปเป็นพื้นฐานในการปรับปรุง โดยสิ่งที่ต้องบันทึก ได้แก่

4.1 การเรียนการสอนนี้ นักเรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

4.2 การสอนอย่างไรที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และไม่เกิดการเรียนรู้

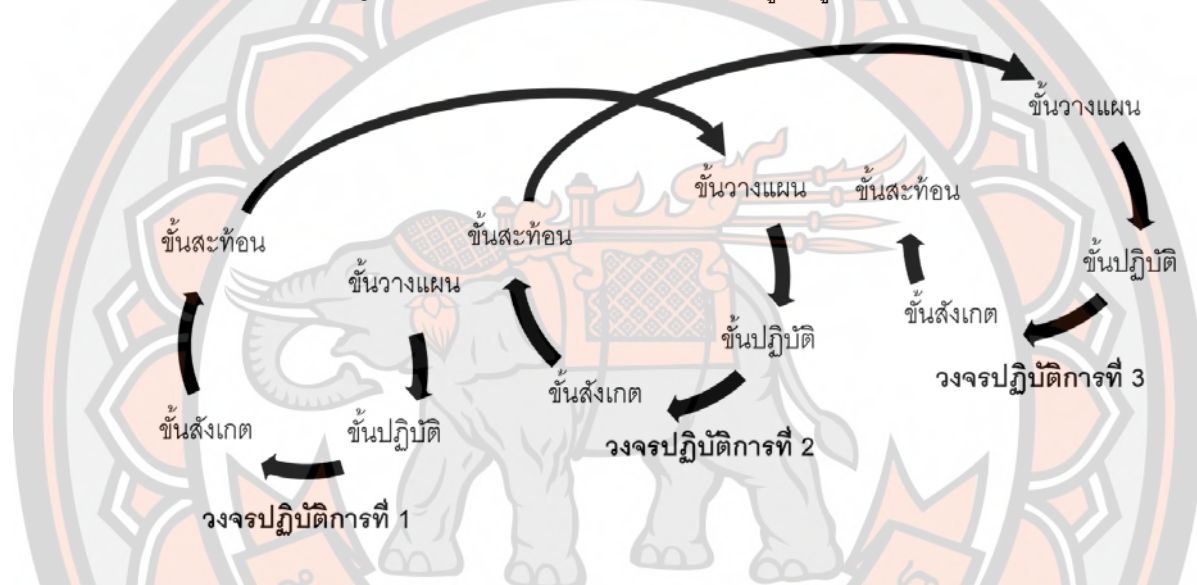
พร้อมหลักฐานประกอบ

4.3 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการสอนครั้งนี้คืออะไร

4.4 แนวทางการปรับปรุงการสอนครั้งต่อไป

โดยภาพรวมแล้ว กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจะต้องอาศัยสำคัญ คือ การสะท้อนผลต่อการจัดการเรียนรู้ ที่เริ่มต้นจากการที่ผู้วิจัยสะท้อนผลเกี่ยวกับปัญหา

ของการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาของตนเองเพื่อวางแผน (ขั้นการสังเกต) และขั้นสุดท้าย เป็นการสะท้อนผลที่ผู้วิจัยและกลุ่มผู้วิจัยแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยภาพรวม (ขั้นสะท้อนผล) โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนอาจจำเป็นต้องทำซ้ำเป็นวงรอบอย่างน้อย 3 วงรอบ เนื่องจากใน 1 วงรอบ จะช่วยให้ผู้วิจัยผู้สอนทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ในวงรอบที่ 2 ผู้วิจัยผู้สอนดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขการจัดการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ในวงที่ 3 เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาในชั้นเรียน หรือจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ผู้วิจัยยอมรับ ดังภาพ 4



ภาพ 4 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988)

ที่มา: Kemmis (1988); Schmuck (2006 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 152)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ มาตรฐานสากล ตามแนวทาง สสวท. (SMAT) โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน (นักเรียนชาย 31 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 3 คน) นักเรียนโดยรวมมีความสามารถในการเรียนในระดับดี นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการรับรู้ที่แตกต่างกัน มีความสนใจในเหตุการณ์ที่แปลกใหม่รอบ ๆ ตัว ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนกับเหตุการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายในระดับดี นักเรียนในห้องส่วนใหญ่เป็นผู้ชายจะชอบการทำงานเป็นกลุ่มและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ยังมีบางกลุ่มที่ยังไม่ค่อยสนิทกับเพื่อนเนื่องจากขณะที่เรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้นอยู่คนละห้องกับเพื่อน และนักเรียนห้องเรียนนี้ยังไม่เคยเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมมาก่อน

บริบทของห้องเรียน

งานวิจัยนี้ดำเนินการในห้องเรียน วิทยาชวีวิทยา ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และสื่อการเรียนรู้ที่เพียงพอและเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้รายวิชา ห้องปฏิบัติการชีววิทยาเป็นห้องปรับอากาศ มีอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการค่อนข้างครบ เช่น อ่างล้างมือในห้องปฏิบัติการที่เพียงพอกับการเรียนปฏิบัติการ มีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ในการปฏิบัติการอย่างเป็นระเบียบอยู่ด้านหลังของห้อง แสงสว่างภายในห้องเพียงพอต่อการเรียนการสอน อุปกรณ์ขยายเสียงดังทั่วถึงทั้งห้อง บริเวณหน้าห้องมีอุปกรณ์เครื่องฉายภาพจำนวน 1 เครื่อง มีกระดานโต้ะสถิติจำนวน 1 โต๊ะ และเครื่องฉายสามมิติจำนวน 1 เครื่อง ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาผู้วิจัยจัดนักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน การจัดการเรียนรู้ในห้องส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรม และปฏิบัติการทดลองเป็นบางครั้ง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์พอใช้ ถึงระดับค่อนข้างดี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับคำถามวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร” ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคมสามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร” ประกอบด้วย

2.1 แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ใบกิจกรรมการรู้พันธุศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน
 1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดกิจกรรมมาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้ในห้อง เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม ซึ่งประกอบไปด้วย

1.4.1 ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.2 สารสำคัญ

1.4.3 สารการเรียนรู้

1.4.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

1.4.5 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

1.4.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้

1.4.7 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.8 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

1.5 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา โดยเน้นให้นักเรียนมีการแสดงการรู้พื้นฐานศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ประยุกต์กรอบแนวคิดของ Sadler et al. (2017) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา (Encountering the Focal Issue)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ (Three-Dimensional Science Learning)

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ (Synthesis of Ideas and Practices)

1.6 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 จำนวน 3 แผนแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ และสังคม	เวลา (ชั่วโมง)
1	<p>การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ ด้านการเกษตร (สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)</p> <p>- บทเรียนเรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและ การโคลน ความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม</p> <p>- นักเรียนเรียนรู้หลักการด้วยกิจกรรมบทบาทสมมติ เป็นนักวิทยาศาสตร์สร้างข้าวโพด BT</p> <p>- ใช้กิจกรรม jigsaw ศึกษาผลกระทบของ GMOs ต่อ สังคมด้านต่าง ๆ และเสนอแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับ GMOs ผ่านการสร้างชิ้นงาน</p>	<p>การต่อต้าน การบริโภค พืช GMOs</p>	4
2	<p>การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ ด้านนิติวิทยาศาสตร์ (การตรวจสอบข้อมูล ทาง พันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ)</p> <p>- บทเรียนเรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหา ลำดับนิวคลีโอไทด์ ความปลอดภัยทางชีวภาพและ ชีวจริยธรรม</p> <p>- นักเรียนเรียนรู้หลักการด้วยกิจกรรมบทบาทสมมติ เป็นนักสืบในคดีฆาตกรรม</p> <p>- ใช้กิจกรรม jigsaw ศึกษาผลกระทบของการเปิดเผย ข้อมูลทางพันธุกรรม และเสนอแนวทางการปฏิบัติ เกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม ผ่านการสร้างชิ้นงาน</p>	<p>ผลกระทบ การเปิดเผย ข้อมูลทาง พันธุกรรม ด้านนิติ วิทยาศาสตร์</p>	4

ตาราง 2 (ต่อ)

แผนการจัดการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์ และสังคม	เวลา (ชั่วโมง)
3	<p>การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้าน การแพทย์ (การแก้ไขจีโนมมนุษย์)</p> <p>- บทเรียนเรื่อง</p> <p>1) เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน</p> <p>2) การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์</p> <p>3) ความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม</p> <p>- นักเรียนเรียนรู้หลักการด้วยกิจกรรมบทบาท สมมติเป็นพลเมืองในสังคมที่มีการแก้ไขจีโนม มนุษย์</p> <p>- ใช้กิจกรรม jigsaw ศึกษาผลกระทบของการ แก้ไขจีโนมมนุษย์ต่อสังคมด้านต่าง ๆ และ เสนอแนวทางการปฏิบัติผ่านการสร้างชิ้นงาน</p>	<p>การต่อต้าน</p> <p>การแก้ไข จีโนมมนุษย์ และ การบำบัด ด้วยยีน</p>	4

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ให้อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์พิจารณา เพื่อรับข้อเสนอแนะ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 3 คน
ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และครูชำนาญ
การที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงแบบประเมินผลงานวิจัย
และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม สมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

1.9 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121)

จากผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 คะแนน มีความเหมาะสมมาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 คะแนน มีความเหมาะสมมากที่สุด และผลการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 คะแนน มีความเหมาะสมมาก

1.10 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้ ตามข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1.10.1 เพิ่มเติมเนื้อหาของบทเรียนให้สมบูรณ์ครบถ้วนและเหมาะสมกับเวลา

1.10.2 ปรับการใช้คำให้คงที่ และให้คำที่สื่อความหมายเดียวกันให้เหมือนกัน และตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน

1.10.3 เพิ่มเติมความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์บางคำให้ครบถ้วนสมบูรณ์

1.10.4 เพิ่มเติมสาระการเรียนรู้ และคำสำคัญของเนื้อหาบทเรียน

1.10.5 เพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้

ผู้วิจัยทำการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ตลอดจนการให้คำแนะนำ และ ข้อเสนอแนะ โดยผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ครูชำนาญการที่มีประสบการณ์ การสอนชีววิทยาไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน และผู้วิจัย โดยเป็นการเขียนสะท้อนผลแบบอิสระ ตามหัวข้อที่กำหนด มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้แก่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ โดยมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่าแต่ละขั้น ส่งเสริมตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการรู้พันธุศาสตร์หรือไม่

2.2.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้น การจัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์แนะนำ

2.4 ปรับปรุง และแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ ต่อไป

3. ใบบัณฑิตการรู้พันธุศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

การสร้างใบบัณฑิตการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มีวิธีดำเนินการสร้างเพื่อให้นักเรียน สะท้อนผลจากการปฏิบัติในการวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่กำหนด โดยจะออกแบบและ สร้างใบบัณฑิตการรู้พันธุศาสตร์ ประกอบไปด้วย การตระหนักรู้ วิธีการใช้ความรู้ และความรู้ในหลักการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนสร้างใบบัณฑิตการรู้พันธุศาสตร์ ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อออกแบบใบบัณฑิตการรู้พันธุศาสตร์ เพื่อประเมินการแสดงผลการรู้พันธุศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์

และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบบริบทหรือสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

3.2 สร้างใบกิจกรรม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 3 ใบกิจกรรมตามขอบข่าย ดังนี้

3.2.1 ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้แก่ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมกับการเกษตร การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ เรื่องการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ ดีเอ็นเอกับนิติวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ เรื่องการคัดเลือกยีนใส่ลงในสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะที่ต้องการกับการแพทย์ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อความที่เป็นข่าวที่กล่าวถึงผลกระทบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อสังคม สิ่งแวดล้อม พลเมือง และประเด็นทางศีลธรรมของสังคม

3.2.2 ส่วนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ซึ่งมีหัวข้อหลัก คือ ผลกระทบของประเด็นปัญหากับสังคมด้านต่าง ๆ วิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหา ข้อดี ข้อด้อยของการแก้ปัญหานั้น และความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดประเด็นปัญหาดังกล่าว

3.2.3 ส่วนสรุป เป็นชิ้นงานที่นักเรียนทำขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากใบกิจกรรม ที่ทำการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และจัดกระทำข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบอื่น และให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานนี้หน้าชั้นเรียน

3.3 นำใบกิจกรรมของนักเรียนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ

3.4 ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำใบกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 1 ท่าน

ครูชำนาญการที่มีประสบการณ์ที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน

โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินผล ของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.6 นำผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00 คะแนน	ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50 คะแนน	ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50 คะแนน	ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50 คะแนน	ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50 คะแนน	ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของใบกิจกรรมของผู้เชี่ยวชาญ ต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121)

3.7 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไขและปรับปรุงใบกิจกรรม ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยแก้ไขและปรับปรุงดังต่อไปนี้

3.7.1 ปรับการใช้คำให้คงที่ และให้คำที่สื่อความหมายเดียวกันให้เหมือนกัน และตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน

3.7.2 กระชับเนื้อหาของบทความในใบกิจกรรม เพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลาของการจัดกิจกรรม

3.8 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปใช้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำใบกิจกรรม

4. แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์

แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อใช้วัดการแสดงผลการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน โดยลักษณะแบบทดสอบจะประกอบด้วยประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และข้อคำถามที่ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงผลการรู้พันธุศาสตร์ ได้แก่ การตระหนักรู้ วิธีการใช้ความรู้ และความรู้ในหลักการ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

4.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการรู้พันธุศาสตร์ เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้

4.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการวัดและประเมินการรู้พันธุศาสตร์ และศึกษาวิธีการสร้างการประเมินการรู้พันธุศาสตร์รวมถึงลักษณะของการตั้งข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน

4.3 สร้างแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบตามกรอบของ Abrams et al. (2015) โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดการรู้พันธุศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3.2 กำหนดกรอบจุดประสงค์ของการวัดการรู้พันธุศาสตร์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

4.4 วิเคราะห์การออกข้อสอบ และสร้างผังข้อสอบ โดยกำหนดเค้าโครงของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ว30241 ชีววิทยา 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาประเด็นการประยุกต์ใช้ความรู้พันธุศาสตร์ทางการเกษตรเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านนิติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านการแพทย์เกี่ยวกับการคัดเลือกยีนใส่ในสิ่งมีชีวิตที่ให้ผลผลิตที่ต้องการเพื่อนำมาสร้างแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) การสร้างข้อสอบจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.4.1 การตระหนักรู้ (awareness knowledge) การวัดความคุ้นเคยของนักเรียน ด้วยการให้อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม โดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบ

4.4.2 วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) เป็นการประเมินความสามารถด้านทักษะ หรือวิธีการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์กับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม นักเรียนต้องเขียนอธิบายแนวทางทางการเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา โดยสะท้อนการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่ใช้ในการตัดสินใจ การประเมินวิธีการใช้ความรู้ หรือทักษะการใช้ความรู้นี้จะใช้ข้อสอบแบบเขียนอธิบาย

4.4.3 ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) ประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมการประเมินความรู้ระดับนี้จะใช้ข้อสอบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก และการเขียนอธิบายคำตอบที่เลือก

จำนวนข้อสอบที่ใช้ประเมินการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละแผนการเรียนนี้จะประกอบไปด้วยข้อสอบจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ การประเมินการตระหนักรู้ ใช้ข้อสอบประเภทเขียนตอบเพื่ออธิบายความหมายของคำศัพท์จากประเด็นปัญหาที่กำหนดจำนวน 5 ข้อ ประเมินการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบเขียนอธิบาย จำนวน 1 ข้อ และวัดความรู้ในหลักการใช้ข้อสอบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ข้อ และการเขียนอธิบาย จำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้พันธุศาสตร์และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	ประเด็นที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวน (ข้อ) /ลักษณะของข้อสอบตามรูปแบบการประเมินการเรียนรู้พันธุศาสตร์				ข้อสอบทั้งหมด
		ประเมินการตระหนักรู้	ประเมินวิธีการใช้ความรู้	ประเมินความรู้ในหลักการ		
		แบบเขียนตอบ (อธิบายคำศัพท์)	แบบเขียนอธิบาย	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	เขียนอธิบาย	
1. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านการเกษตร (สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)	พืช GMOs	5	1	1	1	8
2. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ด้านนิติวิทยาศาสตร์ (การตรวจสอบข้อมูลทางพันธุกรรมโดยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ)	การเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมในการคัดเลือกคนเข้าทำงาน	5	1	1	1	8
3. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ทางการแพทย์ (การแก้ไขจีโนมมนุษย์)	วิเคราะห์ภาพยนตร์เรื่อง GATTACA	5	1	1	1	8

4.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ ประกอบไปด้วยการประเมิน 3 ด้าน คือ ประเมินการตระหนักรู้ทางพันธุศาสตร์ใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบประเมินวิธีการใช้ความรู้ใช้ข้อสอบแบบเขียนอธิบาย และการประเมินความรู้ในหลักการให้ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและแบบเขียนอธิบายโดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนตามกรอบของ Abrams et al. (2015) ดังนี้

4.5.1 การประเมินการตระหนักรู้ทางพันธุศาสตร์ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาและให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบของนักเรียนในการอธิบายคำศัพท์จากประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายถูกต้องครอบคลุมแนวคำตอบ

1 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมรายละเอียดตามแนวคำตอบ

0 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ผิดหรือไม่เขียนอธิบาย

4.5.2 การประเมินการใช้ความรู้ หรือทักษะความรู้ กำหนดเกณฑ์การพิจารณาและให้คะแนนการเขียนอธิบายแนวทางการเลือกปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคม แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการให้คะแนนการการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น
	2) อธิบายเหตุผลการ	2) เขียนอธิบาย	2) เขียนอธิบาย	2) เขียนอธิบาย
	ตัดสินใจโดย	เหตุผลการ	ตัดสินใจโดย	ตัดสินใจโดย
	อธิบาย	ตัดสินใจโดย	อธิบาย	อธิบาย
	ผลกระทบ	อธิบาย		

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
	ผลกระทบของ ประเด็นปัญหา กับสังคม 1 ด้าน	ผลกระทบของ ประเด็นปัญหา กับสังคม 2 ด้าน	ผลกระทบของ ประเด็นปัญหา กับสังคม 3 ด้าน	ผลกระทบของ ประเด็นปัญหา กับสังคม 4 ด้าน

4.5.3 การประเมินความรู้ในหลักการ เกณฑ์การพิจารณา และให้คะแนนแบบ
ประเมินประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของแบบประเมินการเขียน
อธิบายหลักการความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

4.6 นำแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบ
ด้านผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและครูชำนาญการ
ที่สอนชีววิทยา โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์
ประกอบด้วย

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
การรู้พันธุศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
การรู้พันธุศาสตร์

1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับค่านิยมเชิงปฏิบัติการ
การรู้พันธุศาสตร์

ผู้วิจัยจะหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
(IOC: Index of item-objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปทำการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539, น. 181)

จากการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าแบบประเมินทุกข้อมีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1.00 มีความสอดคล้องกับค่านิยามเชิงปฏิบัติการการรู้พันธุศาสตร์

4.7 นำข้อเสนอแนะและแนวทางการปฏิบัติ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุงและแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ ดังต่อไปนี้

4.7.1 ปรับการใช้คำให้คงที่ และให้คำที่สื่อความหมายเดียวกันให้เหมือนกัน และตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน

4.7.2 แก้ไขคำผิดให้ถูกต้อง

4.8 นำแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม (ว30241) ให้แก่นักเรียนทราบ

2. ดำเนินการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอที่จัดทำขึ้น จากนั้นวิเคราะห์ระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนแล้วออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 12 ชั่วโมงโดยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตร โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ได้แก่ GMOs

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากการสังเกต และผลการประเมินการรู้พันธุศาสตร์จากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ประกอบไปด้วยการประเมินในแต่ละระดับความรู้ย่อยที่เป็นส่วนประกอบของการรู้พันธุศาสตร์ ได้แก่ การตระหนักรู้ (awareness knowledge) เกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ (how to knowledge) และความรู้ในหลักการ (principle knowledge) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก วิเคราะห์ผลการประเมินและจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) พบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ได้ ไม่สามารถอธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ และไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้พันธุศาสตร์เพื่อตอบคำถามในแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ได้

จากนั้นผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตร โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เรื่อง พืช GMO โดยผู้วิจัยใช้เกมอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็น GMO เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับการตระหนักรู้ ใช้กิจกรรมบทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์สร้างพืช GMO เพื่อศึกษาหลักการเทคนิคพันธุวิศวกรรมและการโคลน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับความรู้ในหลักการ และใช้กิจกรรมรูปแบบ

jigsaw ให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมแล้วสร้างชิ้นงานสะท้อนแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้

ขั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตร โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับ GMOs ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง พืชตัดแปรพันธุกรรม GMOs และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนไปปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมและการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชน

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมและการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชน

ขั้นวางแผน

นำผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติจากวงจรที่ 1 มาปรับปรุงให้เหมาะสม และหาแนวทางแก้ปัญหา จากนั้นออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรม

และการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชน ซึ่งผู้วิจัยใช้เกมจับคู่ความหมายกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นที่ศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับการตระหนักรู้ ให้นักเรียนเป็นนักสืบในกิจกรรมบทบาทสมมติเพื่อการศึกษาหลักการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับความรู้ในหลักการ และใช้กิจกรรมรูปแบบ jigsaw ให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จากนั้นสร้างชิ้นงานสะท้อนแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้

ขั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมและการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง สิทธิมนุษยชนในการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นและสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นผู้วิจัยนำไปปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์และชีวจริยธรรม เกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงให้เหมาะสม และทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง ดีเอ็นเอด้านการแพทย์และชีวจริยธรรม เกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน

โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจากภาพยนตร์ เรื่อง GATTACA เป็นประเด็นนำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่พบในภาพยนตร์ และเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และจริยธรรม นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้ข่าวการแก้ไขจีโนมทารกโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีนให้นักเรียนได้วิเคราะห์ โดยผู้วิจัยเลือกใช้เกมบิงโกคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับการตระหนักรู้ให้นักเรียนเป็นพลเมืองของสังคมในกิจกรรมบทบาทสมมติเพื่อการศึกษาหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับความรู้ในหลักการ และใช้กิจกรรมรูปแบบ jigsaw ให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จากนั้นสร้างชิ้นงานสะท้อนแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้

ขั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับ การแก้ไขจีโนม และการบำบัดด้วยยีน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่ใช้ทางการแพทย์และหลักชีวจริยธรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนไปปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป

4. เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับทั้งเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครบทั้ง 3 วงจร การจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะประเมินการรู้พันธุศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนในแต่ละระดับการรู้พันธุศาสตร์ทั้ง 3 ระดับความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์เป็นวงจรถับปฏิบัติการณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ดังภาพ 5



ภาพ 5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปเครื่องมือที่จะตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้พันธศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้หรือไม่	- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	- ผู้วิจัย	ระหว่างวงจรปฏิบัติการ
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการเรียนรู้พันธศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางพันธศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร	- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	- ครูชำนาญการ - ผู้วิจัย	หลังจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการเรียนรู้พันธศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางพันธศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร	- ใบกิจกรรมและชิ้นงานกลุ่มของนักเรียน	- นักเรียน	ระหว่างวงจรปฏิบัติการ ก่อนและหลังจบวงจร
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการเรียนรู้พันธศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางพันธศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร	- ใบประเมินการเรียนรู้พันธศาสตร์ของนักเรียน	- นักเรียน	ปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้นมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อมูลและวิเคราะห์ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย โดยจำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัย แต่ละข้อ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 “แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้พันธศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้หรือไม่” ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผู้บันทึกจะประกอบไปด้วย ผู้วิจัย และครูที่สอนชีววิทยา 2 ท่าน โดยวิธีการบันทึกข้อมูลจะบันทึกให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงคุณภาพ กล่าวคือ พิจารณาลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในแต่ละขั้นตอนหรือไม่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อจับใจความ ติความและจับประเด็น ซึ่งมีดังนี้

1.1.1 อ่านสิ่งที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงไปแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.1.2 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล โดยกำหนดคำหลักและความหมาย เพื่อใช้แทนข้อความของผู้สะท้อนผลลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.1.3 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดเดียวกัน

1.1.4 สร้างบทสรุปและเขียนสรุปจากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยให้มีความเชื่อมโยงเป็นเรียงความ โดยสรุปเป็น 3 ส่วน คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.1.5 เมื่อได้ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำข้อสรุปดังกล่าวไปให้ครูที่สอนชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อเป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยการตรวจสอบกับผู้ให้ข้อมูล (member checking) เพื่อยืนยันว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้สะท้อนได้เขียนหรือไม่ อย่างไร

1.1.6 สรุปผลภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่ามีภาพรวมเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการรู้ทันอุตสาหกรรม เรื่อง เทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ ในวงจรปฏิบัติการครั้งต่อไป

1.1.7 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 นั้นประกอบด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน และผู้วิจัยเอง โดยผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จะได้รับแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งผู้สะท้อนจะต้องเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้วิจัย

ทำการวิจัย และทำการเขียนบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น พร้อมทั้งมีการพูดคุยเกี่ยวกับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้หลังจากสอนจบในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนมาวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาต่อไป ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (resource triangulation)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร”

2.1 ไบกิจกรรม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์ไบกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1.1 ทำการตรวจสอบความหมายของคำศัพท์ที่นักเรียนเขียนตอบเพื่อประเมินระดับความคุ้นเคย หรือการตระหนักรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียน กำหนดเกณฑ์การประเมินการเขียนตอบอธิบายคำศัพท์จากประเด็นปัญหาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง เขียนอธิบายความหมายถูกต้องครอบคลุมแนวคำตอบ

1 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมรายละเอียดตามแนวคำตอบ

0 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ผิด หรือไม่เขียนอธิบาย

จากนั้นจัดระดับการตระหนักรู้ ตามกรอบของ Abrams et al. (2015) โดยใช้จุดตัดของคะแนนที่ร้อยละ 70 ในการบอกความคุ้นเคยระดับสูง ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการตระหนักรู้ของนักเรียนจากไบกิจกรรม

คะแนนรวมที่ได้	แปลผล
ถ้าได้ <50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
ถ้าได้ 50% - >70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับปานกลาง
ถ้าได้ >70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

2.1.2 ตรวจสอบใบกิจกรรมและประเมินการใช้ความรู้ หรือทักษะความรู้ จากใบกิจกรรมกำหนดเกณฑ์การพิจารณา และให้คะแนนการเขียนอธิบายแนวทางการเลือกปฏิบัติที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ปรับจากกรอบการประเมินของ Abrams et al. (2015) โดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 4 ระดับ ดังตาราง 10

จัดระดับการใช้ความรู้ หรือระดับของทักษะความรู้ โดยวิเคราะห์ระดับคะแนนให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยคิดเป็นร้อยละดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการแปลผลคะแนนการใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - >70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

2.1.3 ประเมินความรู้ในหลักการจากใบกิจกรรมโดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา และให้คะแนนใบกิจกรรมรูปแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

ใบกิจกรรมรูปแบบการเขียนอธิบายหลักการความรู้ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

จัดระดับความรู้ในหลักการจากใบกิจกรรม ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงการแปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์

ร้อยละ	แปลผล
<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
60 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
≥75% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

2.1.4 นำคะแนนรวมเฉลี่ยในรูปแบบของร้อยละจากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์เทียบกับระดับความรู้ของการรู้พันธุศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยการตระหนักรู้ วิธีการใช้ความรู้ และความรู้ในหลักการ ในแต่ละวงจรการปฏิบัติ จากนั้นวิเคราะห์ผลการรู้พันธุศาสตร์ โดยใช้จุดตัดของคะแนนที่ร้อยละ 70 เพื่อแสดง การรู้พันธุศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของ Sadler et al. (2017) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากการวิเคราะห์ใบกิจกรรม

ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

2.2 แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เป็นการวัดการรู้พันธุศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยความรู้ 3 ระดับ ได้แก่ การตระหนักรู้ วิธีการใช้ความรู้ และความรู้ในหลักการ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งได้จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามลงในแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในแต่ละวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร ซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมแล้วแสดงความรู้ทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ การตระหนักรู้ วิธีการใช้ความรู้ และความรู้ในหลักการ ซึ่งในแต่ละระดับความรู้ที่แสดงถึงการรู้พันธุศาสตร์มีรูปแบบการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ ดังนี้

1) การตระหนักรู้ (awareness knowledge) ประเมินความคุ้นเคยของนักเรียนโดยให้การอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อสังคมโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบ

2) วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) การประเมินความสามารถด้านทักษะ หรือวิธีการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ โดยประเมินจากการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์และ

ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นปัญหาที่สืบค้นนั้นมาวิเคราะห์ แล้วเขียนแสดงความคิดเห็น โดยจะต้องอธิบายเหตุผลการตัดสินใจ และเสนออธิบายแนวทางการปฏิบัติในสถานการณ์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่กำหนด

3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) ประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อสังคม ประเมินโดยใช้แบบประเมินแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนอธิบาย

2.2.2 ทำการจัดกลุ่ม เพื่อแบ่งระดับการรู้พื้นฐานศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้ ในการวัดระดับการตระหนักรู้จะใช้กรอบของ Abrams et al. (2015) ดังนี้

1) การตระหนักรู้ (awareness knowledge) เมื่อนักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อสังคม ถูกต้องจะได้คะแนน กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของแบบทดสอบ ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายถูกต้องครอบคลุมแนวคำตอบ

1 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ถูกต้องแต่ยังไม่ครอบคลุมรายละเอียดตามแนวคำตอบ

0 คะแนน หมายถึง อธิบายความหมายของคำศัพท์ผิด หรือไม่อธิบาย

2) วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) ใช้แบบทดสอบแบบเขียนอธิบาย กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน ดังนี้ตาราง 10

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์คะแนนการเขียนอธิบายการเลือกปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และเสนอแนวปฏิบัติ	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น	1) แสดงความคิดเห็น
	2) เขียนอธิบายเหตุผลการตัดสินใจโดยอธิบาย	2) เขียนอธิบายเหตุผลการตัดสินใจโดยอธิบาย	2) เขียนอธิบายเหตุผลการตัดสินใจโดยอธิบาย	2) เขียนอธิบายเหตุผลการตัดสินใจโดยอธิบาย

ตาราง 10 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
เกี่ยวกับ	ผลกระทบของ	ผลกระทบของ	ผลกระทบของ	ผลกระทบของ
ประเด็นทาง	ประเด็นทาง	ประเด็นปัญหา	ประเด็นปัญหา	ประเด็นปัญหา
วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์	กับสังคม 2 ด้าน	กับสังคม 3 ด้าน	กับสังคม 4 ด้าน
และสังคม	สังคม	3) เขียนอธิบาย	3) เขียนอธิบาย	3) เขียนอธิบาย
	3) เขียนอธิบาย	การตัดสินใจ	การตัดสินใจ	การตัดสินใจ
	การตัดสินใจ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
	สอดคล้องกับ	เหตุผล	เหตุผล	เหตุผล
	เหตุผล			

3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) ใช้แบบประเมินแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนอธิบาย

แบบประเมินแบบเลือกตอบ

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามผิด

แบบประเมินแบบเขียนอธิบาย

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

2.2.3 นำคะแนนในแต่ละระดับความรู้มาวิเคราะห์ตามกรอบการประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) โดยจะแสดงผลออกมาเป็นผลคะแนนรวมและใช้จุดตัดที่ร้อยละ 70 เพื่อบอกระดับการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับสูง โดยจะพิจารณาในแต่ละระดับความรู้ ดังนี้

1) การตระหนักรู้ (awareness knowledge) วิเคราะห์ออกมาเป็นระดับความคุ้นเคยโดยใช้จุดตัดร้อยละ 70 แสดงการมีภาระตระหนักรู้ระดับสูง ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการตระหนักรู้ของนักเรียนจากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

คะแนนรวม	แปลผล
<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
50% - >70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับปานกลาง
≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

2) วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) ใช้แบบทดสอบแบบเขียนอธิบาย วิเคราะห์ระดับของการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนจากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (4 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - >70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

3) ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนอธิบาย แล้วแปลผลออกมาเป็นระดับความรู้ตามกรอบการประเมินความรู้ในหลักการของ Abrams et al. (2015) เมื่อตอบถูกต้อง 75% ขึ้นไปมีความรู้ในหลักการระดับสูง ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความรู้ในหลักการของนักเรียนจากแบบประเมิน การรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
2 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
3 คะแนน	60 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
4 คะแนน	≥75% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
5 คะแนน	100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

2.2.4 นำคะแนนรวมเฉลี่ยในรูปแบบของร้อยละจากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาวิเคราะห์เทียบกับระดับการรู้พันธุศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) โดยใช้จุดตัดของคะแนนที่ร้อยละ 70 เพื่อแสดงระดับการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากแบบประเมิน การรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ร้อยละเฉลี่ยจากระดับความรู้ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 นั้น ประกอบด้วยแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ใบกิจกรรมและชิ้นงานกลุ่มของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา จากนั้นมาแปลผลระดับการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้อยู่ และจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ ซึ่งคะแนนจากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์และใบกิจกรรมจะนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูแนวโน้มการพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method Triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยใช้เครื่องมือ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถามวิจัย แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากครูที่สอนวิชาชีววิทยา จำนวน 2 ท่าน และผู้วิจัยในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยผลการดำเนินการ ดังภาคผนวก ซ

จากการผลดำเนินการวิจัยสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 3 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคม

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการเกษตร การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์ ซึ่งมีรายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. การเลือกใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนเป็นประเด็นที่ใกล้ตัวนักเรียน และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

ผู้วิจัยเลือกประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน โดยเป็นประเด็นที่ยังถกเถียงกันในสังคมปัจจุบัน และยังไม่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่ตายตัว ซึ่งรูปแบบหรือแนวทางการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับมุมมองความคิดของบุคคล ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประเด็นการเลือกบริโภคพืช GMO ในสังคมไทยที่ยังถกเถียงกันถึงความปลอดภัย ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนี้นักเรียนสามารถพบเห็นทั่วไปในสังคมปัจจุบัน วงจรปฏิบัติการที่ 2 เนื่องด้วยเนื้อหาของบทเรียนเกี่ยวกับการหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งเป็นหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเข้าใจได้ยาก ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ประเด็นการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับหลักการทางพันธุศาสตร์ในบทเรียนได้ชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น รวมถึงผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติให้เกิดความสนใจในขั้นต่อไป และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยเลือกใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมของมนุษย์ เพื่อเชื่อมโยงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและเป็นใกล้ตัวนักเรียนนั้น พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ากับเนื้อหาของบทเรียนได้ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างดี ดังการสะท้อนผลของครูสอนชีววิทยา ที่กล่าวว่า

“ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ใช้เป็นประเด็นที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนสามารถโยงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่นักเรียนรู้จักได้ดี ในการจัดการเรียนรู้มีการกระตุ้นนักเรียนจากการทำกิจกรรมที่มีความหลากหลายทำให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้ และกระตือรือร้น การใช้สื่อที่มีความหลากหลายเหมาะสมกับนักเรียน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

2. การเลือกใช้นำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจน และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีหลักในการเลือกใช้นำเสนอ ดังต่อไปนี้

2.1 ใช้นำเสนอทั้งข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่หลากหลายของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อนักเรียนจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และเลือกแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้น

2.2 ใช้นำเสนอที่เป็นภาพเคลื่อนไหว และมีความหลากหลาย ได้แก่ วิดีทัศน์ข่าว วิดีทัศน์การโต้แย้งของนักวิทยาศาสตร์ และภาพยนตร์ เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้าสู่บทเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น

จากผลการใช้นำเสนอในการดำเนินการวิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติที่ 1 พบว่านักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมอยู่ในระดับดี แต่ในช่วงท้ายของการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนักเรียนบางส่วนเริ่มพูดคุยกับเพื่อนหรือให้ความสนใจกับลดลงนอกจากนั้นนักเรียนบางส่วนวิเคราะห์ปัญหาจากประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมยังไม่ครอบคลุม และไม่สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมกับบทเรียนได้ เนื่องจากนำเสนอไม่กระชับมีความยาวของเนื้อหาเกินไปทำให้นักเรียนมองประเด็นปัญหา ที่นำเสนอได้ยาก ดังผลการสะท้อนของครูสอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ใช้เวลาในวิดีโอที่นานไปอาจตัดต่อนำคำพูดของนักวิชาการ 2 ท่านมา debate แบบกระชับ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นประเด็นที่เป็นปัญหาทั้ง 2 ด้าน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 6 การใช้สื่อวีดิทัศน์ในการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
(วงจรกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรกิจกรรมการถัดไปผู้วิจัยจึงทำการกระชับเนื้อหาของสื่อที่ใช้
นำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ใช้ประเด็นจากภาพยนตร์มาช่วยเสริมในการจัดการ
เรียนรู้และออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในรูปแบบบทบาทสมมติเพื่อให้การจัดการ
เรียนรู้มีความสมจริงมากขึ้น พบว่า นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
ได้ตรงประเด็นให้ความสนใจในประเด็นปัญหาและเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น
เกิดความกระตือรือร้น และสนุกสนานกับบทเรียนดังกล่าวผลการสะท้อนของครูสอนชีววิทยา ที่กล่าวว่า

“ใช้ประเด็นที่มาจากภาพยนตร์ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยครูผู้สอน
มีการปรับเนื้อหาให้กระชับและถูกต้อง ตรงบริบทกับความจริงมากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรกิจที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

“การนำภาพยนตร์มาผูกเป็นสถานการณ์เรียนได้สวมบทบาทเป็นนักสืบ
และมีแฟ้มคดีให้นักเรียนได้สืบเกี่ยวกับหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมี
ความตื่นตัว กระตือรือร้นในการหาตัวฆาตกรเพราะเหตุการณ์สามารถเชื่อมโยงกับ
เนื้อหาในบทเรียน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรกิจที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

“ภาพยนตร์ที่ใช้มีการตัดต่อให้กระชับตรงประเด็นไม่ยืดเยื้อ ทำให้ไม่น่าเบื่อเกินไป มีการใช้ประเด็นเทคโนโลยีทาง DNA ทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับหลักของจริยธรรม และใช้เกมบิงโกสร้างความตระหนักให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์ ทำให้เกิดความคุ้นเคย กับคำศัพท์ในประเด็นปัญหาดังกล่าวเป็นอย่างดี”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

3. การจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (awareness knowledge) ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

3.1 ใช้เกมเป็นสื่อเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

หลังจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมแล้วนั้น ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผ่านกิจกรรมเกมสืบค้นความหมายคำศัพท์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและสามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นปัญหาได้ รวมไปถึงเกิดความกระตือรือร้น และสนุกสนานกับเนื้อหาบทเรียน โดยเกมที่ผู้วิจัยใช้สร้างความคุ้นเคยทางคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ ประกอบไปด้วย เกมสืบค้นความหมาย เกมจับคู่คำศัพท์กับความหมาย และเกมบิงโกคำศัพท์

3.2 กำหนดระยะเวลาในการสร้างความคุ้นเคยทางคำศัพท์ที่เหมาะสม

ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความหมายของคำศัพท์ร่วมกันก่อนเล่นเกมเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเล่นเกมคำศัพท์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะใช้ระยะเวลาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเกมที่ใช้

จากการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเกิดความสนุกสนาน แต่ยังมีบางส่วนที่ยังอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากการจัดกิจกรรมได้ให้เวลานักเรียนศึกษาคำศัพท์น้อยไป ดังนั้นครูที่สอนชีววิทยาคนที่ 2 จึงให้คำแนะนำตามผลการสะท้อนที่กล่าวว่า

“ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาคำศัพท์เพื่อส่งเสริมการตระหนักของผู้เรียน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยจึงเพิ่มเวลานักเรียนได้ทำความเข้าใจความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์มากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ได้ถูกต้อง และเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ ดังการสะท้อนผล ดังนี้

“การเพิ่มเวลาในการศึกษาความหมายของคำศัพท์ก่อนเล่นเกมจับคู่คำศัพท์กับความหมายส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมากขึ้นและทำให้เกิดความสนุกสนานในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมบิงโกใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน และคุ้นเคยคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (ตระหนักรู้)”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 7 การทำกิจกรรมเกมบิงโกเพื่อสร้างความคุ้นเคยคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (วงจรการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ควรมีลักษณะดังนี้

1. การกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการนำเข้าสู่บทเรียนจะต้องเลือกประเด็นที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน เป็นประเด็นที่ยังถกเถียงในสังคมปัจจุบัน ไม่มีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว มีความเหมาะสมกับนักเรียน รวมถึงเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ใกล้ตัวนักเรียน

2. เลือกใช้สื่อในการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สะท้อนทั้งข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และกระตุ้นเนื้อหาของสื่อเพื่อให้นักเรียนมองเห็นประเด็นข้อดีและข้อเสียได้ชัดเจน รวมไปถึงเลือกใช้สื่อนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีความหลากหลายเพื่อกระตุ้นนักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ากับเนื้อหาในบทเรียนได้ชัดเจน

3. เลือกใช้เกมในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ความหมายของคำศัพท์และได้อธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ เนื่องจากสามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างความสนุกสนานในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ และกำหนดระยะเวลาในการสร้างความคุ้นเคยทางคำศัพท์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน โดยพบว่าระยะเวลา 20 นาที เหมาะสมและเพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

ขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 มิติ ในการส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ในส่วนของความรู้ในหลักการ และการใช้ความรู้ หรือกระบวนการใช้ความรู้ ซึ่งในแต่ละมิติจะมีรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่างกัน ดังต่อไปนี้

มิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ (principle knowledge) ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกับบทบาทสมมติ เพื่อทำความเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรที่ 1 นักเรียนสวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ทำการโคลนข้าวโพด BT ด้วยพลาสมิดของแบคทีเรียผ่านสื่อการเรียนการสอนแบบจำลองกระดาษ เพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจหลักการของพันธุวิศวกรรมและการโคลน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเหมือนกับทีมนักวิทยาศาสตร์ วงจรที่ 2 นักเรียนสวมบทบาทเป็นนักสืบในการหาขนาดของดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยจากสถานการณ์ โดยใช้ชุดการทดลองการหาขนาดของดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อเข้าใจหลักการหาขนาดของดีเอ็นเอและการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ในบทเรียน และวงจรที่ 3 นักเรียนได้สวมบทบาทเป็นพลเมืองในสังคมที่มีการแก้ไขจีโนมของมนุษย์ นักเรียนจะได้ศึกษาข่าวการแก้ไขจีโนมที่ขัดต่อหลักจริยธรรมของสังคม และศึกษาการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีนจากฐานการเรียนรู้แล้วสรุปออกมาเป็นแผนผังความคิดเกี่ยวกับหลักการดังกล่าวเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจหลักการเบื้องต้นของการแก้ไขจีโนมและการบำบัด

ด้วยยื่น รวมถึงนักเรียนได้รู้จักสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และรูปแบบกิจกรรมนี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเกตและประเมินความเข้าใจของนักเรียนขณะทำกิจกรรมได้โดยทันที

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรวิถีปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA การสวมบทบาทเป็นตัวละครในสถานการณ์ทำให้นักเรียนเห็นภาพของกระบวนการ หลักการทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนเป็นรูปธรรมมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองจึงเกิดความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในกิจกรรม รวมถึงกิจกรรมฐานการเรียนรู้ยังทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนของครูชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ดังนี้

“ใช้สถานการณ์จำลองและบทบาทสมมุติให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ทดลองทำ DNA รีคอมบิแนนท์ ช่วยสร้างความเข้าใจหลักการขั้นตอนของพันธุวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี”

“นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์โดยใช้การสุ่ม เหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทดลองจริง ๆ สามารถตรวจสอบความเข้าใจหลักการขั้นตอนของนักเรียนได้ว่าเข้าใจหรือไม่เข้าใจได้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรวิถีปฏิบัติที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“...กิจกรรมสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรวิถีปฏิบัติที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 8 การทำกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียเกี่ยวกับการสร้างข้าวโพด BT วิธีด้วยแบบจำลองกระดาษ (วงจรวิถีปฏิบัติการที่ 1)

○ การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลองสร้างดีเอ็นเอโดยใช้โมเดล 3 มิติ
พร้อม แลดูกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทดลองจริง ความสนใจของ
คนทั่วไปแล้วกรณีเช่นนี้ นักเรียนได้สนใจเรื่องที่เกี่ยวข้อง

ภาพ 9 ตัวอย่างบันทึกการสังเกตและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (ครูสอนชีววิทยา
ท่านที่ 1, วงจรปฏิบัติการที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สอบถามคำถามนักเรียนเป็นรายบุคคล
ถึงขั้นตอนการทำกิจกรรมและหลักการของเทคนิคพันธุวิศวกรรมและการโคลน พบว่ายังมีนักเรียน
บางส่วนตอบคำถามโดยให้เพื่อนช่วยตอบ หรือตอบคำถามได้ไม่ครอบคลุมประเด็น
เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้ทำความเข้าใจรูปแบบกิจกรรมก่อนลงมือปฏิบัติ ครูชีววิทยาท่านที่ 2
จึงให้คำแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

“ก่อนทำกิจกรรมอาจจะให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียน
เข้าใจวิธีการทำกิจกรรมมากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เพิ่มเวลาให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม
เรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ก่อนลงมือทำกิจกรรมเป็นเวลา 5 นาที
พบว่านักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตามขั้นตอนที่กำหนด และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับ
หลักการการทำงานของชุดกิจกรรมการหาขนาดของ DNA ได้ ดังการสะท้อนผลของครูชีววิทยา
ท่านที่ 1 ที่กล่าวว่า

“นักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมและหลักการเบื้องต้นก่อนลงมือทำ
กิจกรรมการเรียนรู้การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ทำให้นักเรียน
เกิดความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากครูชีววิทยาท่านทั้ง 2 ท่านให้เพิ่มเติมการอภิปรายเกี่ยวกับหลักการทางพันธุศาสตร์ของผู้วิจัยร่วมกับนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ในมิติที่ 1 เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจนมากขึ้น ดังการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

“ผู้วิจัยอาจช่วยอธิบายหลักการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ หลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถูกต้องมากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“ให้เพิ่มเติมการอภิปรายหลังการจัดการเรียนรู้อีกครั้งเพื่อให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำความเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ลักษณะฐานความรู้ เรื่อง การแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้ และเพิ่มระยะเวลาในการอภิปรายหลักการหลังการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนจัดทำแผนผังความคิด เรื่อง แก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีนร่วมกันภายในกลุ่ม จากนั้นทำการตรวจความถูกต้องของแผนผังความคิด พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมได้ตามเวลาที่กำหนด และเมื่อสุ่มถามคำถามเกี่ยวกับหลักการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้อง ดังการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูชีววิทยาท่านที่ 1 ดังนี้

“นักเรียนได้อภิปรายกันเองในกลุ่มทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และการได้อภิปรายสรุปหลักการร่วมกับผู้วิจัยทำให้ส่งเสริมความเข้าใจในหลักการแก้ไขจีโนมมากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในมิติที่ 1 ควรมีลักษณะดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์รูปแบบบทบาทสมมติ ในบาทบทนักวิทยาศาสตร์ทำการโคลนข้าวโพด BT ด้วยพลาสมิดของแบคทีเรีย นักสืบในการหาขนาดของดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยจากสถานการณ์ โดยใช้ชุดการทดลองการหาขนาดของดีเอ็นเอ ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และเป็นพลเมืองในสังคมที่มีการแก้ไขจีโนมของมนุษย์ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อศึกษาหลักการทางพันธุศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น
2. กำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยให้เวลานักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติของกิจกรรมการเรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการปฏิบัติเบื้องต้น และการอธิบายภายหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น

มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

กิจกรรมในมิตินี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ใบกิจกรรมและสถานการณ์เพิ่มเติมให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ในมิติที่ 1 โดยให้นักเรียนศึกษา ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีรายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. เลือกใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และสามารถเชื่อมโยงกับหลักการทางพันธุศาสตร์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยเลือกใช้ใบกิจกรรม ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้ใบกิจกรรมเรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและผลกระทบ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้ใบกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถานการณ์การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ในสิ่งมีชีวิตเพื่อเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมและประเด็นการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของผู้ถูกเปิดเผยข้อมูล และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ใช้ใบกิจกรรมเรื่อง การทำพันธุวิศวกรรมในมนุษย์และหลักชีวจริยธรรม

การใช้ใบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดหลักการทางพันธุศาสตร์ เข้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ จากการถามคำถามของผู้วิจัยในขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนผลของครูชีววิทยาท่านที่ 2 ดังที่กล่าวว่า

“นักเรียนได้อธิบายหลักการเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมที่เชื่อมโยงกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในชั้นที่ 1 ได้ดี”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ระหว่างดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าขณะที่นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม นักเรียนไม่ได้พูดคุยและแลกเปลี่ยนมุมมองการเชื่อมโยงหลักการร่วมกัน แยกกันศึกษา และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มมีน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบกิจกรรมไม่ได้ออกแบบให้นักเรียนได้อภิปรายผลการศึกษาร่วมกันหลังจากการศึกษากิจกรรม ครูชีววิทยาท่านที่ 2 จึงให้คำแนะนำ ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ดังนี้

“ให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ร่วมกัน ภายหลังจากศึกษาใบกิจกรรมรายบุคคล”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยจึงเพิ่มระยะเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่า นักเรียนได้เชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น นักเรียนแต่ละคนได้แลกเปลี่ยนผลการศึกษา และทำให้เข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนขึ้น ดังการสะท้อนผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของครูสอนชีววิทยาท่านที่ 2 ดังนี้

“...การอภิปรายร่วมกันของนักเรียนภายหลังจากการศึกษาทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการทางพันธุศาสตร์มากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนได้อภิปรายเชื่อมโยงกับหลักการในบทเรียนร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ชัดเจน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีความกระชับด้านเวลา ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ใบกิจกรรมที่มีความเหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรม โดยใช้ใบกิจกรรมที่มีความยาวของเนื้อหาไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ A4 เพื่อกระชับทั้งระยะเวลาในการจัดกิจกรรมและให้นักเรียนไม่เบื่อขณะทำศึกษาจากการดำเนินการจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมได้ตามเวลาที่กำหนดและสามารถนำประเด็นสำคัญไปอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มได้ ซึ่งสอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูสอนชีววิทยา ดังนี้

“การใช้ใบกิจกรรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้นักเรียนได้ศึกษาทำให้กระชับเวลา และกระตุ้นนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“ใบกิจกรรมมีความกระชับ และเหมาะสมกับเวลา และกระตุ้นนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“ใบกิจกรรมที่ใช้มีความน่าสนใจ มีความกระชับเหมาะสมกับระยะเวลาของกิจกรรมทำให้นักเรียนได้เห็นประเด็นการเชื่อมโยงหลักการในบทเรียนกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้เป็นอย่างดี”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้มิติที่ 2 เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้นควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และภายหลังการทำกิจกรรมให้นักเรียนอภิปรายผลการศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. เลือกใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่มีความกระชับด้านเวลา โดยใช้ใบกิจกรรมที่มีเนื้อหา 1 หน้า A4 เพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 30 นาที และกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจกับกิจกรรมการเรียนรู้

มิตินี้ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมต่อสังคมในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเรียนรู้รูปแบบ jigsaw โดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กับสมาชิกในกลุ่มศึกษาผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมต่อสังคมในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ และด้านการเกษตร เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมทั้งด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูล ในการเสนอแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการจัดการเรียนรู้ขั้นต่อไป ซึ่งการจัดการเรียนรู้มิตินี้ 3 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ใช้กิจกรรมรูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านต่าง ๆ จากอินเทอร์เน็ต หรือใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ใช้ในมิตินี้ 2 โดยสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะต้องศึกษาผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมไม่ซ้ำกัน หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ศึกษามาสังเคราะห์ร่วมกัน พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และเขียนสรุปผลกระทบต่อสังคมของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมลงในใบกิจกรรม กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล คัดเลือกข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงนักเรียนได้ฝึกการเป็นผู้ฟังที่ดีเมื่อทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น

จากผลการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ครบทุกด้านตามที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และมีความเป็นผู้ฟังที่ดี ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

“นักเรียนได้สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาด้วยตนเอง กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักเป็นผู้ฟังที่ดีเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นปัญหาภายในกลุ่มร่วมกัน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนได้เป็นผู้นำตัวเองในการสืบค้นและคัดกรองผลกระทบจากแหล่งเรียนรู้ในหลาย ๆ แหล่ง”

(ครูชีวิวิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

จากการสังเกตการดำเนินการจัดการเรียนรู้ และข้อมูลจากใบกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึก พบว่าข้อมูลมีมุมมองที่หลากหลายแตกต่างกันไป ครูสอนชีวิวิทยาท่านที่ 1 จึงสะท้อนแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติถัดไป โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นมาแลกเปลี่ยนกันหน้าชั้นเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนสรุปลงในใบกิจกรรมเพื่อใช้ในการเสนอแนวเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษา ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีวิวิทยา ดังต่อไปนี้

“การอภิปรายร่วมกันภายในห้องถึงผลกระทบของประเด็นปัญหาจะทำให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น”

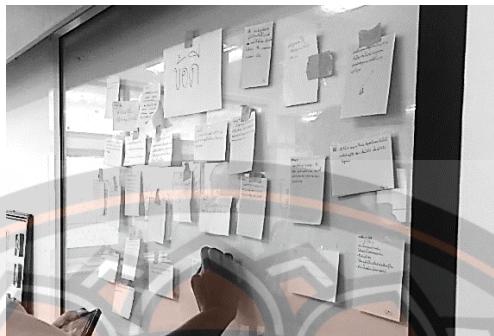
(ครูชีวิวิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติถัดไปผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเป็นกลุ่ม จากนั้นแจกกระดาษสีแผ่นเล็ก ให้แต่ละกลุ่มกลุ่มละ 1 สี เพื่อให้นักเรียนเขียนผลกระทบที่สืบค้นแล้วนำมาติดที่กระดานหน้าชั้นเรียน จากนั้นสมาชิกภายในกลุ่มเวียนศึกษาข้อมูลจากการสืบค้นบนกระดาน

จากการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนให้ความสนใจกิจกรรมเป็นอย่างดี สามารถทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ดี และการบันทึกข้อมูลใบกิจกรรมมีมุมมองที่หลากหลายมากขึ้นเมื่อเทียบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติครั้งที่ 1 สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีวิวิทยา ดังที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมร่วมกันระหว่างทำกิจกรรม”

(ครูชีวิวิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 10 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี - ข้อเสีย การเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม (วงจรปฏิบัติการที่ 2)



ภาพ 11 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี (ซ้าย) และข้อเสีย (ขวา) ของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม (วงจรปฏิบัติการที่ 2)

จากภาพ 11 แสดงให้เห็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยใช้ข้อมูลจากการสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามสีของกระดาษ

2. กำหนดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมต่อสังคมด้านต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที แบ่งเป็นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเป็นเวลา 15 นาที อภิปรายข้อมูลร่วมกันภายในกลุ่มพร้อมบันทึกงใบกิจกรรมเป็นเวลา 15 นาที จากผลการจัดกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้ครอบคลุมหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด และระยะเวลาเพียงพอต่อการอภิปรายในกลุ่มและเพียงพอต่อการบันทึกข้อมูลลงใบกิจกรรม ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ดังนี้

“กำหนดระยะเวลาเพียงพอกับกิจกรรมการเรียนรู้”

(ครูชีวิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

“ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม”

(ครูชีวิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

เนื่องจากครูสอนชีวิทยาท่านที่ 1 ให้ข้อเสนอแนะให้นักเรียนนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายหลังการสืบค้นหน้าชั้นเรียน ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยจึงได้กำหนดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูล 15 นาที เวลาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหน้าชั้นเรียนอีก 10 นาที และบันทึกข้อมูลภายหลังการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5 นาที จากการกำหนดระยะเวลาการสืบค้นข้อมูลและการนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนหน้าชั้นเรียน พบว่า นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ครบถ้วนตามเวลาที่กำหนด ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีวิทยาทั้ง 2 ท่านดังนี้

“กำหนดระยะเวลาของกิจกรรมได้เหมาะสม”

(ครูชีวิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“เวลาจัดกิจกรรมเหมาะสม”

(ครูชีวิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“การสืบค้นเกี่ยวกับผลกระทบการแก้ไข้โนมต่อสังคมในด้านต่าง ๆ มีระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้นักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์และความกังวลของคนในสังคมเกี่ยวกับการแก้ไข้โนมของมนุษย์ ทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงประเด็นปัญหากับหลักทางจริยธรรมมากขึ้น”

(ครูชีวิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมในด้านต่าง ๆ ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ใช้กิจกรรมรูปแบบตัวต่อ (jigsaw) เพื่อให้นักเรียนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ

และด้านการเกษตร ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล คัดเลือกข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงนักเรียนได้ฝึกการเป็นผู้ฟังที่ดีเมื่อทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ภายหลังจากสืบค้นข้อมูลแล้วให้นักเรียนนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนหน้าชั้นเรียนโดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็กซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากการสืบค้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีข้อมูลด้านผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่หลากหลายมากขึ้น และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจและเสนอแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ขั้นต่อไป

2. การกำหนดระยะเวลาของการจัดกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม 30 นาที แบ่งออกเป็นเวลาในการสืบค้นข้อมูล 15 นาที เวลาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหน้าชั้นเรียนอีก 10 นาที และบันทึกข้อมูลภายหลังจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ลงไปกิจกรรม 5 นาที ซึ่งการกำหนดเวลานี้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมและบันทึกข้อมูลได้ทันเวลา และยังสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่หลากหลายมุมมองโดยการเขียนข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ศึกษาผ่านกระดาษสีแผ่นเล็กแล้วนำไปติดกระดานหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่ม ภายหลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 โดยนำข้อมูลผลกระทบของประเด็นปัญหาต่อสังคม ด้านต่าง ๆ มาใช้เป็นเหตุผลการเลือกแนวปฏิบัติและสะท้อนออกมาในรูปของชิ้นงานกลุ่ม ซึ่งการสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัตินี้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับความรู้วิธีใช้ความรู้ (how to knowledge) โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อในการจัดทำชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ครบถ้วน ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อการจัดทำชิ้นงานซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นสถานการณ์ที่ศึกษา คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หลักการทางพันธุศาสตร์ ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีเหตุผลประกอบ

ผลการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงานที่มีองค์ประกอบหัวข้อที่ผู้วิจัยได้กำหนดครบถ้วน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนในบทเรียน และข้อมูลจากการสืบค้นมาสะท้อนเป็นแนวปฏิบัติได้ การทำกิจกรรม

รูปแบบนี้ยังทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเนื่องจากได้สังเคราะห์สิ่งที่เรียนมาแล้วนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล ดังการสะท้อนผลการปฏิบัติดังนี้

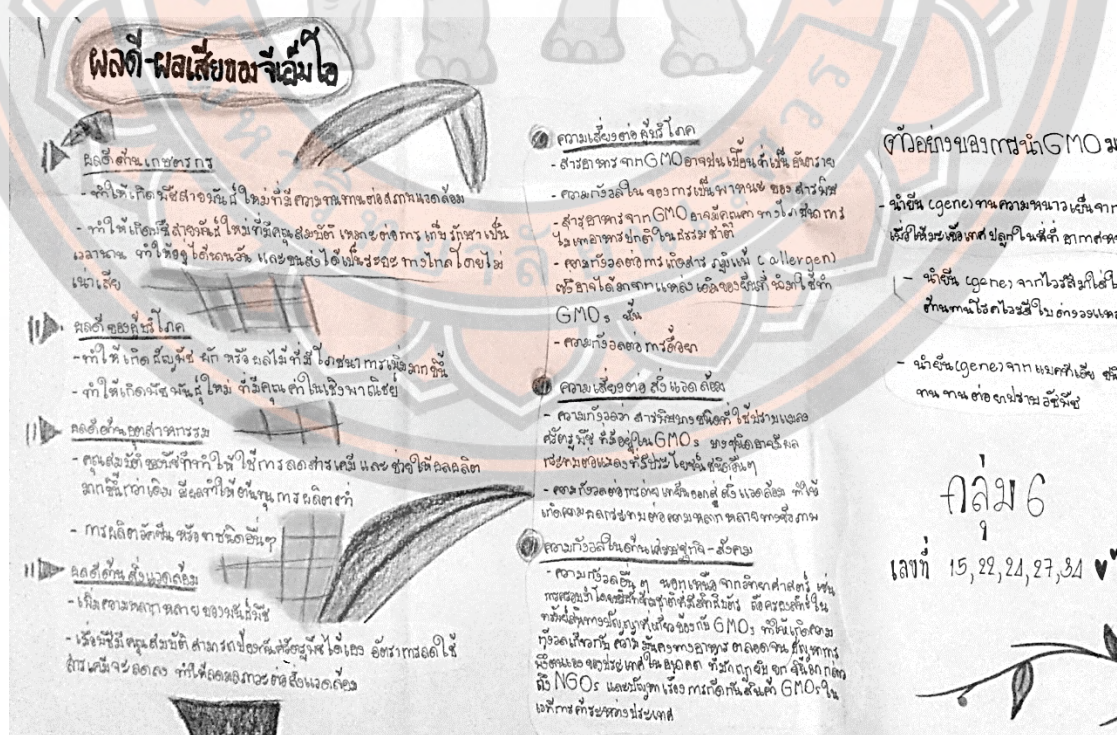
“กิจกรรมนี้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและเข้าใจผลกระทบของประเด็นปัญหาผ่านสื่อทำให้ชัดเจนมากขึ้น สามารถเลือกตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงสามารถวิเคราะห์การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์มาอธิบายว่าถูกต้องหรือไม่”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“ทำให้นักเรียนเกิดแนวความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการปฏิบัติและการนำไปใช้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติถัดไปผู้วิจัยถึงได้กำหนดหัวข้อของการจัดทำชิ้นงานเช่นเดียวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และพบว่าชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีองค์ประกอบครบถ้วนตามที่กำหนด และเนื้อหาของชิ้นงานได้สะท้อนผลการศึกษาได้สอดคล้องเช่นกัน



ภาพ 12 ตัวอย่างชิ้นงานสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติของนักเรียนภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง พืช GMO

2. กำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นเวลา 60 นาที เพื่อให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานและสร้างชิ้นงานในชั้นเรียนเป็นเวลา 40 นาที และนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนอีก 20 นาที จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนจัดทำชิ้นงานในชั้นเรียนไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ทำให้เวลาในการนำเสนอชิ้นงานน้อยลง และการอภิปรายกับเพื่อนต่างกลุ่มไม่เพียงพอตามเวลาที่กำหนด ครูสอนชีววิทยาจึงให้คำแนะนำ ในการกำหนดเวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นนี้ คือ กำหนดระยะเวลาในการทำชิ้นงาน 50 นาที โดยชี้แจงรูปแบบของกิจกรรมชั้นนี้เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมในชั้นที่ 2 เพื่อให้นักเรียนจัดเตรียม ข้อมูลมาก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้ และเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอชิ้นงานเป็นการจัดแสดงชิ้นงาน หน้าชั้นเรียน และแลกเปลี่ยนกันศึกษาชิ้นงานของเพื่อนพร้อมกับให้ข้อเสนอแนะผ่านกระดาษสี แผ่นเล็กเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มโดยใช้เวลา 10 นาที ดังการสะท้อนผลการจัดการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

“กำหนดระยะเวลาในการนำเสนอชิ้นงานสะท้อนแนวปฏิบัติให้กระชับ และส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน ซึ่งอาจเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอชิ้นงาน เป็นการจัดแสดงชิ้นงานในชั้นเรียน”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“เพิ่มเวลาในการทำชิ้นงานเป็น 50 นาที”

“ควรให้เวลานักเรียนในการอภิปรายร่วมกันเพิ่มขึ้นอาจใช้กระดาษสีแผ่นเล็ก เป็นสื่อกลางการอภิปรายในเวลาที่จำกัด”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยจึงได้แจ้งรูปแบบกิจกรรมชั้นที่ 3 ให้นักเรียนทราบ ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 และกำหนดระยะเวลาในการสร้างชิ้นงาน 50 นาที จัดแสดงชิ้นงานในชั้นเรียนพร้อมกับแจกกระดาษสีแผ่นเล็กให้แลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับชิ้นงาน เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้พอดีกับเวลา และสามารถร่วมอภิปราย ผ่านกระดาษสีแผ่นเล็กได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

“ระยะเวลาในการสร้างชิ้นงานและจัดแสดงชิ้นงานมีความเหมาะสมดี”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงพอกับการสร้างชิ้นงานและจัดแสดงชิ้นงาน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

“...นักเรียนได้นำเสนอแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในหลายมุมมอง สะท้อนถึงการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์ในการอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยมีข้อมูลรองรับ เนื่องจากระยะเวลาในการจัดแสดงชิ้นงานมีความเหมาะสมเพียงพอต่อการเขียนข้อเสนอแนะเพื่ออภิปรายกับเพื่อนต่างกลุ่ม”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนสามารถนำเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ตามเวลาที่กำหนด...”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติควรมีลักษณะดังนี้

1. การกำหนดหัวข้อในการจัดทำชิ้นงาน ที่ประกอบไปด้วย ประเด็นสถานการณ์ที่ศึกษาคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หลักการทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีเหตุผลประกอบ เพื่อให้ นักเรียนสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ครบถ้วน และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเนื่องจากได้สังเคราะห์สิ่งที่เรียนมาแล้วนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. การกำหนดระยะเวลาในการสร้างชิ้นงานและจัดแสดงชิ้นงานให้ครอบคลุม กำหนดเวลาในสร้างชิ้นงาน 50 นาที และจัดแสดงชิ้นงาน 10 นาที โดยต้องชี้แจงรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติทันทีภายหลังการจบกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ เพื่อให้ นักเรียนจัดเตรียมข้อมูลมาก่อนและใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานตามเวลาที่กำหนด กระทั่งเวลาในการจัดแสดงชิ้นงานหน้าชั้นเรียนและส่งเสริม

ให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมกับเพื่อนต่างกลุ่มโดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็ก

นอกจากนี้ผู้วิจัยและครูชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ร่วมสังเกตได้ประเมินความสำเร็จของการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตั้งแต่วงจรปฏิบัติที่ 2-3 ผู้วิจัยและครูชีววิทยาได้เห็นตรงกันว่าจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นประสบความสำเร็จต่อการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้วยเห็นผล ดังนี้

“ประสบความสำเร็จ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนได้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ คำศัพท์ และได้ใช้ความรู้ในบทเรียนเพื่อตัดสินใจในประเด็นปัญหา แต่ควรเพิ่มเติมในบางส่วนของกิจกรรมให้สมบูรณ์และส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ที่เหมาะสมมากขึ้น”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนเข้าใจหลักการและสามารถทำกิจกรรมได้ดี”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

“ประสบความสำเร็จ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนได้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถจัดทำชิ้นงานเพื่อสะท้อนแนวทางการปฏิบัติได้”

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนอธิบายหลักการของบทเรียนได้ และสามารถ
ทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อสะท้อนแนวทางการปฏิบัติได้ดี”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม
สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูชีววิทยา แสดงให้เห็น
ว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตาม
ผู้วิจัยอาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและเกิดการรู้พันธุศาสตร์

ผู้วิจัยจึงสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์
เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
ขั้นเผชิญหน้ากับ ประเด็นปัญหา	- สื่อนำเสนอที่ผู้วิจัยใช้เพื่อ นำเสนอประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม ให้นักเรียนเห็นข้อดี ข้อเสีย มีความยาวมากเกินไป ทำให้สามารถกระตุ้น นักเรียนให้สนใจกิจกรรม ในขั้นนี้เท่าที่ควร นักเรียนบางส่วน ยังไม่สามารถเชื่อมโยง ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเข้าสู่บทเรียนได้	- ผู้วิจัยกระซิบเนื้อหา ของสื่อนำเสนอ ให้สะท้อน ถึงประเด็นข้อดี และข้อเสีย ของประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม ที่ศึกษาทำให้นักเรียนสนใจ การทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยง ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเข้าสู่บทเรียนได้	- ผู้วิจัยกระซิบเนื้อหาของสื่อ นำเสนอเช่นเดียวกับการจัด กิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และพบว่านักเรียนให้ความ สนใจสื่อนำเสนอประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม ตลอดการทำกิจกรรม	1. เลือกใช้ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนที่สอดคล้อง กับเนื้อหาในบทเรียน เป็นประเด็นที่ยังถกเถียง ในสังคม เหมาะสมกับนักเรียน และใกล้ตัวนักเรียน 2. เลือกใช้สื่อในการนำเสนอ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และ สังคมที่สะท้อนทั้งข้อดี และข้อเสีย มีความกระชับ และหลากหลาย

ตาราง 15 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	จรรยาปฏิบัติการณ์ที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
- ระยะเวลาของการทำ กิจกรรมเกมสร้างความคืบ เคยเกี่ยวกับคำศัพท์ทาง พันธุศาสตร์ของนักเรียน ยังไม่เหมาะสม ทำให้ นักเรียนบางส่วน ไม่สามารถอธิบาย ความหมายของคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับบทเรียนได้	- ผู้วิจัยเพิ่มระยะ ในการทำกิจกรรมเกม โดยให้นักเรียนความหมาย ของคำศัพท์ก่อนเล่นเกม 5 นาที เพื่อให้นักเรียน เกิดความเข้าใจเบื้องต้น จากนั้นให้ทำกิจกรรมร่วมกัน ในห้องเป็นเวลา 15 นาที จึงทำให้นักเรียนสามารถ อธิบายความหมายของ คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ได้ เพิ่มมากขึ้น	- ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรม เกมบิงโกความหมายคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์ 20 นาที และให้นักเรียนศึกษา ความหมายคำศัพท์ในเกม ร่วมกันก่อนทำกิจกรรม เช่นเดียวกับการจัดกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกิจกรรมดี หลังจากการทำกิจกรรมนักเรียน สามารถอธิบายความหมาย ของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ได้	3. เลือกใช้เกมเพื่อสร้าง ความคุ้นเคยกับคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์ในประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม และกำหนดระยะเวลา ในการสร้างความคุ้นเคย ทางคำศัพท์ให้เหมาะสม กับเนื้อหาบทเรียน โดยพบว่า ระยะเวลา 20 นาที เหมาะสม และเพียงพอต่อการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	

ตาราง 15 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
ขั้นการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบสามมิติ	ช่วงต้นของกิจกรรมในมิติ ที่ 3 ในการสืบค้น ผลกระทบของประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบตัวต่อ นักเรียนยังเกิด ความสับสนในบทบาท และหน้าที่ ทำให้การ ค้นคว้าแต่ละหัวข้อที่ผู้วิจัย กำหนดได้ข้อมูลน้อย	- ผู้วิจัยอธิบายรายละเอียด บทบาทของนักเรียน ในการทำกิจกรรมตัวต่อ ก่อนเริ่มทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาท ของตนเองและสืบค้นข้อมูล ได้ดีขึ้น - ผู้วิจัยเพิ่มเวลาของกิจกรรม โดยให้นักเรียนนำข้อมูล ที่สืบค้นแลกเปลี่ยนกับเพื่อน หน้าชั้นเรียนและอภิปราย ร่วมกันโดยใช้กระดาษสีแผ่น เล็ก แทนการแลกเปลี่ยน	ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูล ที่สืบค้นมาแลกเปลี่ยน กับเพื่อนหน้าชั้นเรียน เช่นเดียวกับการจัดกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีข้อมูล บันทึกลงในกิจกรรม หลากหลายมากขึ้น และ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะ การสื่อสารที่ดีเพิ่มขึ้น	1. การจัดกิจกรรมรูปแบบ บทบาทสมมติทำให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษา หลักการทางพันธุศาสตร์ ด้วยตนเองช่วยให้นักเรียน ได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการ ทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนมาก ขึ้น ซึ่งจะต้องให้นักเรียนศึกษา รูปแบบของกิจกรรมก่อนลงมือ ปฏิบัติ และอภิปรายร่วมกัน หลังจบกิจกรรมเพื่อให้เข้าใจ หลักการทางพันธุศาสตร์ชัดเจน มากขึ้น

ตาราง 15 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
ขั้นการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบสามมิติ (ต่อ)				2. ใช้กิจกรรมเชื่อมโยงหลักการ พันธุศาสตร์กับประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อให้ นักเรียนเห็นหลักการทาง พันธุศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น และใช้ใบกิจกรรมที่เหมาะสม กับเวลา 30 นาที 3. ใช้กิจกรรมรูปแบบ jigsaw ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่สืบค้น ผลกระทบของประเด็นที่ศึกษา ต่อสังคมด้านต่าง ๆ

ตาราง 15 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	จรรยาปฏิบัติการณ์ที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
ขั้นการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบสามมิติ (ต่อ)				ภายหลังการสืบค้น ให้นักเรียน นำข้อมูลมาแลกเปลี่ยน หน้าชั้นเรียนกับเพื่อนต่างกลุ่ม โดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็ก เพื่อให้นักเรียนเห็นผลกระทบ ของประเด็นที่ศึกษาหลาย มุมมองมากขึ้น 4. กำหนดประเด็นในการสืบค้น ผลกระทบต่อสังคมด้านต่าง ๆ ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม โดยใช้เวลาการทำ กิจกรรมทั้งหมด 30 นาที

ตาราง 15 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	จรรยาปฏิบัติกรที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
	1	2	3	
ขั้นสังเคราะห์ แนวคิดและ การปฏิบัติ	นักเรียนแต่ละกลุ่ม ใช้เวลาในการสร้าง ชิ้นงานค่อนข้างนานกว่า กำหนด ทำให้เวลา การนำเสนอชิ้นงานน้อย ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ อภิปรายถึงแนวทาง ที่แต่ละกลุ่มเลือก	- ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลา ในการสร้างชิ้นงานเป็นเวลา 50 นาที และเปลี่ยนจากการ นำเสนอชิ้นงานเป็น การจัดแสดงชิ้นงาน 10 นาที เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดง ความเห็นต่อชิ้นงานของเพื่อน ต่างกลุ่ม ผ่านการใช้กระดาษสี แผ่นเล็กเขียนแสดงความเห็น	- ผู้วิจัยกำหนดเวลาการสร้าง ชิ้นงาน 50 นาที และจัดแสดง ชิ้นงานในห้องเรียนใช้เวลา 10 นาที เช่นเดียวกับวงจร ปฏิบัติการที่ 2 ทำให้นักเรียน สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนแนว ปฏิบัติได้ทันเวลา และได้ อภิปรายกับเพื่อนต่างกลุ่ม ถึงแนวทางปฏิบัตินั้น ๆ ได้	1. การจัดกิจกรรมเพื่อสะท้อน แนวคิดและการปฏิบัติต้อง กำหนดหัวข้อในการสร้างชิ้นงาน ให้ครอบคลุม ประกอบไปด้วย ประเด็นที่ศึกษา คำศัพท์และ หลักการที่เกี่ยวกับประเด็น ที่ศึกษา และแนวทางการปฏิบัติ เกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์ และสังคมที่ศึกษา 2. กำหนดเวลาเพื่อสร้างชิ้นงาน 50 นาที และจัดแสดงชิ้นงาน และอภิปรายต่างกลุ่ม 10 นาที

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถามวิจัย ผลการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ และใบกิจกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยเป็น 3 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบระดับการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ผลวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งพบว่า นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งใช้กรอบการประเมินการรู้พันธุศาสตร์ของ Abrams et al. (2015) และแบ่งระดับการรู้พันธุศาสตร์เป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง สามารถสรุปผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในแต่ละระดับความรู้ย่อยของการรู้พันธุศาสตร์ได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้เปรียบเทียบก่อนและหลัง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ระดับความรู้	คะแนนเฉลี่ย					
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ผลต่างของคะแนน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
การตระหนักรู้	3.63	12.16	22.71	75.69	19.08	63.53
ความรู้ในหลักการ	2.85	12.97	17.00	77.27	14.15	64.30
วิธีการใช้ความรู้	2.29	19.12	8.79	73.28	6.50	54.16
รวม	8.79	13.73	48.50	75.78	39.71	62.06

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในระดับความรู้ย่อยของการรู้พันธุศาสตร์ พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผู้เรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ระดับความรู้ โดยระดับความรู้ในหลักการ จะมีร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 64.30 รองลงมาคือระดับของการตระหนักรู้ และระดับของวิธีการใช้ความรู้ เท่ากับร้อยละ 63.53 และ 54.16 ตามลำดับ

เมื่อนำมาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมาแปลผลและจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนได้เป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ดังตาราง 17

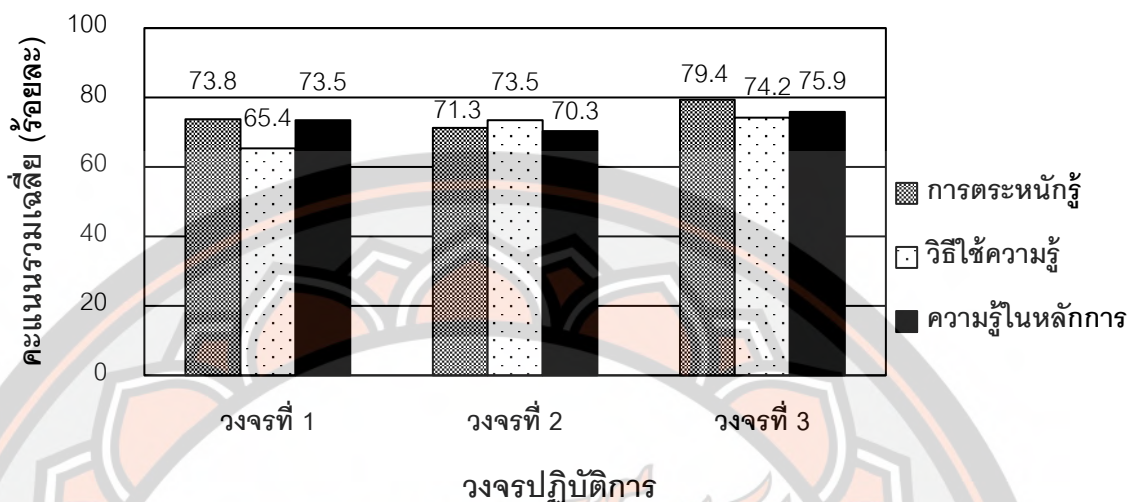
ตาราง 17 แสดงการแปลผลการรู้พันธุศาสตร์จากร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้เปรียบเทียบกับก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้อะไรและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้อะไรตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ระดับความรู้	คะแนนเฉลี่ย			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	ร้อยละ	แปลผล	ร้อยละ	แปลผล
การตระหนักรู้	12.16	ระดับต่ำ	75.69	ระดับสูง
ความรู้ในหลักการ	12.97	ระดับต่ำ	77.27	ระดับสูง
วิธีการใช้ความรู้	19.12	ระดับต่ำ	73.28	ระดับสูง
รวม	13.73	ระดับต่ำ	75.78	ระดับสูง

จากตาราง 16 พบว่า คะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้อะไรในแต่ละระดับความรู้ย่อย คือ การตระหนักรู้ ความรู้ในหลักการ และวิธีการใช้ความรู้ อยู่ในระดับต่ำเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้อะไรตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่าระดับการรู้ทั้ง 3 ระดับอยู่ในระดับสูง

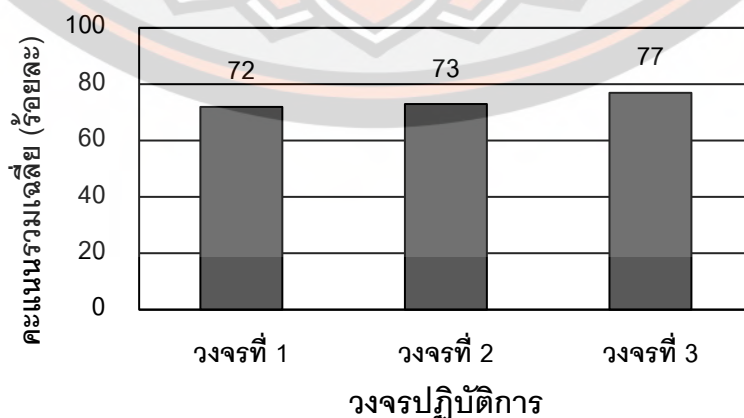
2. ผลการเปรียบเทียบระดับการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการเรียนรู้อะไรของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร โดยผลการวิจัยเปรียบเทียบระดับการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้อะไรตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ดังภาพ 13



ภาพ 13 ร้อยละคะแนนเฉลี่ยระดับความรู้ย่อยของการรู้พันธุศาสตร์ 3 วงจรปฏิบัติการ

จากภาพ 13 พบว่านักเรียนมีร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยความรู้ย่อยทั้ง 3 ระดับในวงจรที่ 1 และ 2 มีระดับคะแนนที่ใกล้เคียงกันแต่เพิ่มสูงขึ้นในวงจรที่ 3 ซึ่งระดับความรู้ย่อยส่วนของวิธีใช้ความรู้มีแนวโน้มของคะแนนรวมเฉลี่ยเพิ่มสูงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยระดับความรู้อื่น โดยมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยแต่ละวงจรเท่ากับร้อยละ 65.4 73.5 และ 74.2 ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความรู้ในหลักการมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยแต่ละวงจร เท่ากับร้อยละ 73.5 70.3 และ 75.9 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยของทุกระดับความรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้วทำการจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จะได้ผลดังภาพ 14



ภาพ 14 ร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของระดับความรู้ย่อยทั้ง 3 ระดับความรู้แต่ละวงจร

จากภาพที่ 14 พบว่า ในแต่ละวงจรมีการปฏิบัติกรนักเรียนมีคะแนนรวมของการรู้พันธุศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น เมื่อแปลผลระดับการรู้พันธุศาสตร์พบว่าทุกวงจรมีการปฏิบัติกรนักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์อยู่ในระดับสูง และผลรวมเฉลี่ยของการรู้พันธุศาสตร์ของทั้ง 3 วงจรมีค่าเท่ากับ 74.80 หมายถึงนักเรียนมีผลการรู้พันธุศาสตร์เฉลี่ยรวมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับสูง

ซึ่งในแต่ละวงจรมีการปฏิบัติกรผู้วิจัยทำการตรวจและให้ระดับการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้อยู่ ดังภาพ 15-17

5. จากผลกระทบในแต่ละด้านของพีซีจีเอ็ม นักเรียนจะมีแนวทางการเลือกใช้พีซีจีเอ็ม หรือตัดสินใจ

เลือกบริโภคพีซีจีเอ็มหรือไม่เพราะเหตุใด

ยังไม่เลือกบริโภคพีซีจีเอ็ม เนื่องจาก การศึกษาทดลองในช่วงสั้นทำให้ยังไม่ทราบ ผลจะ
ยาวของกรณีใดค เพราะอาจจะมีส่วนข้างเคียง แนวทางคือ ให้การศึกษาทดลองในระยะยาวก่อนเพื่อใช้
เกิดความมั่นใจแก่ผู้บริโภค ถ้าผลดีก็จากจีเอ็มไม่มีผลข้างเคียงต่อผู้บริโภคแล้วค่อยนำ ผลผลิตจาก
จีเอ็มสู่ตลาดเมื่อจำเป็น

ภาพ 15 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับต่ำ (วงจรมีการปฏิบัติกรที่ 1 เรื่องพีช GMOs)

5. จากผลกระทบในแต่ละด้านของพีซีจีเอ็ม นักเรียนจะมีแนวทางการเลือกใช้พีซีจีเอ็ม หรือตัดสินใจ

เลือกบริโภคพีซีจีเอ็มหรือไม่เพราะเหตุใด

เรื่องบริโภค เพราะ มีแค่ 4 วัน ยังไม่ทราบถึงผลข้างเคียงว่า ดีหรือไม่ดี
ยังไม่เลือกบริโภค เลือกบริโภคไม่ได้ แต่ก็ไม่ควรบริโภคจนเกินไป เพราะอาจ
ได้ผลดีหรือเสีย ทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

ภาพ 16 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับกลาง (วงจรมีการปฏิบัติกรที่ 1 เรื่องพีช GMOs)

5. จากผลกระทบในแต่ละด้านของพีซีจีเอ็ม นักเรียนจะมีแนวทางการเลือกใช้พีซีจีเอ็ม หรือตัดสินใจ

เลือกบริโภคพีซีจีเอ็มหรือไม่เพราะเหตุใด

เลือกบริโภค เพราะ ได้ฟังข้อมูลที่ทางราชการ จากกระทรวงพาณิชย์
ไม่ได้คิดว่าน่ากลัวเกินไป ผลดีมีมากกว่าเสีย ไม่ส่งผลต่อสุขภาพ
มองว่าดีว่าน่ากิน สารเคมียังไม่ปนเปื้อน ทั้ง คอกรับประทานแล้ว

ภาพ 17 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนที่ได้คะแนนในระดับวิธีการนำไปใช้ระดับสูง (วงจรมีการปฏิบัติกรที่ 1 เรื่องพีช GMOs)

จากภาพ 15 - 17 แสดงให้เห็นระดับวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) ตั้งแต่ระดับต่ำ กลาง และสูง ซึ่งผู้วิจัยทำการตรวจและให้คะแนนโดยพิจารณาจากการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ เมื่อนักเรียนเสนอแนวทางการเลือกใช้พีซีเอ็มโอแล้วจะต้องอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจอย่างน้อย 4 เหตุผล ซึ่งเหตุผลที่นำมาสนับสนุนจะต้องมีความสมเหตุสมผลกับแนวทางการเลือกใช้ด้วยโดยเหตุผลที่นำมาสนับสนุนนั้นมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 มิติที่ 3 การสืบค้นผลกระทบต่อสังคมด้านต่าง ๆ ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จากภาพ 15 นักเรียนให้เหตุผลการเลือกใช้เพียงเหตุผลเดียวซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพเท่านั้นจึงทำให้ได้คะแนน 1 คะแนน เมื่อแปลผลแล้วจึงอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่ ภาพ 16 และ 17 นักเรียนได้อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้พีซีเอ็มโอ โดยให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจที่เพิ่มมากขึ้นจึงได้คะแนนมากกว่าและมีระดับวิธีการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในระดับกลางและสูงตามลำดับ

3. ผลการเปรียบเทียบระดับการรู้พันธุศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ผู้วิจัยทำการสรุปผลการเปรียบเทียบระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการการรู้พันธุศาสตร์จากร้อยละของคะแนนในแต่ละระดับความรู้ เปรียบเทียบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และ หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม

ระดับความรู้	คะแนนเฉลี่ย					
	ก่อนเรียน		ระหว่างเรียน		หลังเรียน	
	ร้อยละ	แปลผล	ร้อยละ	แปลผล	ร้อยละ	แปลผล
การตระหนักรู้	12.16	ระดับต่ำ	72.75	ระดับสูง	75.69	ระดับสูง
ความรู้ในหลักการ	12.97	ระดับต่ำ	78.61	ระดับสูง	77.27	ระดับสูง
วิธีการใช้ความรู้	19.12	ระดับต่ำ	70.34	ระดับสูง	73.28	ระดับสูง
รวม (การรู้พันธุศาสตร์)	13.73	ระดับต่ำ	74.00	ระดับสูง	76.00	ระดับสูง

จากตาราง 18 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคม ระดับการรู้พันธุศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ระหว่างเรียนและหลังเรียนนักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์อยู่ในระดับสูง และเมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความรู้อยู่ พบว่าระดับคะแนนรวมเฉลี่ยในแต่ละระดับความรู้อยู่ระหว่างเรียนกับหลังเรียนมีระดับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง เช่นเดียวกัน



บทที่ 5

บทสรุป

วิจัยปฏิบัติการ เรื่อง “การส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (SMAT) ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ และใบกิจกรรม

ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร ได้มีการเตรียมการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ สังเกตการณ์ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการสรุปการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

ใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน เป็นประเด็นที่ยังถกเถียงกันในสังคมปัจจุบันและยังไม่มีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว เป็นประเด็นที่ใกล้ตัวและเหมาะสมกับนักเรียน โดยนำเสนอผ่านสื่อที่มีความกระชับด้านเนื้อหา หลากหลาย และสะท้อนทั้งข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ชัดเจน ทั้งช่วยกระตุ้นนักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ากับเนื้อหาในบทเรียนได้ และจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยใช้เกมให้นักเรียนได้เรียนรู้ความหมายของคำศัพท์ และได้อธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เนื่องจากสามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างความสนุกสนานในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ โดยกำหนดระยะเวลาในการสร้างความคุ้นเคยทางคำศัพท์ 20 นาที ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ มีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แต่ละมิติ ดังนี้

มิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์รูปแบบบทบาทสมมติ ในบทบาทนักวิทยาศาสตร์ทำการโคลนข้าวโพด BT ด้วยพลาสมิดของแบคทีเรีย นักสืบหาขนาดของดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยจากสถานการณ์ โดยใช้ชุดการทดลองการหาขนาดของดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และเป็นพลเมืองในสังคมที่มีการแก้ไขจีโนมของมนุษย์ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อศึกษาหลักการทางพันธุศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ก่อนเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจกระบวนการปฏิบัติเบื้องต้น และการอภิปราย

ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น

มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ทำให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงกับหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ทำให้นักเรียนได้มองเห็นหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และให้นักเรียนอภิปรายหลักการภายหลังการศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ซึ่งใบกิจกรรมที่ใช้จะต้องกระชับเนื้อหาและมีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรม 30 นาที โดยการกระชับเนื้อหาจะส่งผลให้นักเรียนไม่เบื่อขณะทำศึกษา

มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านต่าง ๆ ใช้กิจกรรมรูปแบบ jigsaw โดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ และด้านการเกษตร จากนั้นนำข้อมูลมาอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนกันหน้าชั้นเรียนโดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็กซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากการสืบค้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีข้อมูลด้านผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่หลากหลายมากขึ้น และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจและเสนอแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ขั้นต่อไป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ระยะเวลา 30 นาที แบ่งออกเป็นเวลาในการสืบค้นข้อมูล 15 นาที แลกเปลี่ยนข้อมูลหน้าชั้นเรียนอีก 10 นาที และบันทึกข้อมูลภายหลังการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ลงใบกิจกรรม 5 นาที

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

กำหนดหัวข้อในการจัดทำชิ้นงาน ที่ระกอบไปด้วย ประเด็นสถานการณ์ที่ศึกษาคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หลักการทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมและแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีเหตุผลระกอบเพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ครบถ้วนและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดจากบทเรียนมาแล้วนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจอย่างเป็นทางการเป็นผล โดยกำหนดระยะเวลาในการสร้างชิ้นงาน 50 นาที จัดแสดงชิ้นงาน 10 นาที โดยต้องชี้แจงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ขั้นก่อนหน้าเพื่อให้นักเรียนจัดเตรียมข้อมูลมาก่อน และใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานตามเวลาที่กำหนด การจัดแสดงชิ้นงานส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนต่างกลุ่มโดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็กเป็นเวลา 10 นาที

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ในระดับต่ำ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์อยู่ในระดับสูง ทุกวงจรปฏิบัติการ และมีผลรวมเฉลี่ยทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการอยู่ในระดับสูง และเมื่อพิจารณาหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์อยู่ในระดับสูงเช่นกัน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยนี้ ผู้วิจัยทำการอภิปรายผลเป็น 2 ส่วน คือ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่ส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ช่วยส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในชั้นการเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

ใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับบทเรียน เป็นประเด็นใกล้ตัวนักเรียน ยังถกเถียงในสังคมปัจจุบันและไม่มีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว พบว่าสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาบทเรียนและเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ และยังมองเห็นประเด็นข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น. 14) ที่กล่าวว่า การสอนที่สะท้อนความเป็นจริงในสังคม และจัดสถานการณ์ให้มีความน่าสนใจ เนื้อหาสาระไม่ไกลความเป็นจริงทำให้ผู้เรียนได้เห็นความรู้ที่แท้จริงและเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gutierrez (2015, p. 146) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์

และสังคมช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และมองเห็นข้อดี และข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของตนเอง ได้ชัดเจน

1.2 เลือกใช้สื่อการสอน ได้แก่ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวในการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สะท้อนทั้งข้อดีและข้อเสียของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม มีความกระชับเนื้อหา และมีความหลากหลายทำให้นักเรียนมองเห็นประเด็นข้อดีและข้อเสีย ได้ชัดเจน และเกิดความสนใจในบทเรียน สามารถเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เข้ากับเนื้อหาในบทเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Zangori et al. (2017) ที่กล่าวว่า การใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมองประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้หลากหลายมุมมอง ครอบคลุมและชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้แล้วยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้สื่ออีกทางหนึ่ง

1.3 การใช้เกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้ พันธุศาสตร์ระดับความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (awareness knowledge) ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยผู้วิจัยเลือกใช้เกมสืบค้นความหมาย เกมจับคู่คำศัพท์กับความหมาย และเกมบิงโกคำศัพท์ ให้นักเรียนได้เรียนรู้ความหมายของคำศัพท์และได้อธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ผ่านการเล่นเกมร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งการใช้เกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ได้ นักเรียนให้ความสนใจและเกิดความสนุกสนานระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nicolaou et al. (2015) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และมีความรู้สึกดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และทีศนา แซมมณี (2560, น. 368) กล่าวว่า การสอนโดยใช้เกมจะทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องคอยควบคุมระยะเวลาในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน ซึ่งในการวิจัยพบว่าระยะเวลาในการสร้างความคุ้นเคยทางคำศัพท์ที่เหมาะสมและเพียงพอใช้เวลา 20 นาที

1.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พันธุศาสตร์ระดับความรู้ในหลักการ (principle knowledge) ผ่านการเรียนรู้รูปแบบบทบาทสมมติ เป็นนักวิทยาศาสตร์ทำการโคลนข้าวโพด BT ด้วยพลาสมิดของแบคทีเรีย นักสืบในการหาขนาดของดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัยจากสถานการณ์ โดยใช้ชุดการทดลองการหาขนาดของดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และเป็นพลเมืองในสังคมที่มีการแก้ไข

จีโอโนมของมนุษย์ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาหลักการทางพันธุศาสตร์ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งการสมมติสถานการณ์ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงนี้ยังเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนและสามารถนำไปปรับใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Friedrichsen et al. (2016); Sadler et al. (2016) ที่พบว่า การให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อศึกษาหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้นช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้น และสอดคล้องกับประสาท เนืองเฉลิม (2558) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในชั้นเรียนไม่ใช่การเรียนรู้ที่แท้จริงทั้งหมดเป็นเพียงกรณีศึกษาหรือการสมมติสถานการณ์ซึ่งขึ้นอยู่กับบริบทในขณะเรียนรู้และการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งซึ่งปฏิบัติด้วยความเข้าใจ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา และสามารถนำไปปรับใช้ในสถานการณ์จริง

นอกจากนี้การใช้บทบาทสมมติในการจัดการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานกับบทเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Friedrichsen et al. (2016) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมรูปแบบบทบาทสมมติกระตุ้นนักเรียนให้สนใจบทเรียน เกิดความสนุกสนาน และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ และสอดคล้องกับทีศนา แชมมณี (2560, น. 361) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้บทบาทสมมติเป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมาก ทำให้เกิดความสนุกสนานและการเรียนรู้มีความหมายสำหรับผู้เรียน เนื่องจากข้อมูลจากผู้เรียนโดยตรง การกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จะต้องกำหนดให้เหมาะสมและครอบคลุมกิจกรรมด้วย จากการวิจัยพบว่าระยะเวลา 60 นาทีเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติ ลงมือปฏิบัติ และอภิปรายภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 การใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ให้นักเรียนศึกษาแล้วอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์เข้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหลักการของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.6 ใช้กิจกรรมรูปแบบตัวต่อ (jigsaw) ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ และด้านการเกษตร ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล คัดเลือกข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพื่อนำมา

แลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงนักเรียนได้ฝึกการเป็นผู้ฟังที่ดีเมื่อทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น สอดคล้องกับ Sadler et al. (2017) ที่กล่าวว่า การใช้กิจกรรมแบบตัวต่อ (jigsaw) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกสืบค้น อภิปราย และมองเห็นมุมมองผลกระทบที่หลากหลายของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่ง ทิศนา แคมมณี (2560, น. 101) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบตัวต่อหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสืบค้น มีความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่ดีและมีความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนเพิ่มมากขึ้น

1.7 การกำหนดหัวข้อและระยะเวลาในการจัดทำชิ้นงานที่ชัดเจนในการสังเคราะห์ แนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการรู้พื้นฐานศาสตร์ ในระดับวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)

ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อให้นักเรียนสังเคราะห์จากประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมและเนื้อหาในบทเรียน โดยกำหนดหัวข้อในการจัดทำชิ้นงานได้แก่ คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม หลักการทางพันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม และแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่มีเหตุผลประกอบ การกำหนดหัวข้อดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน เกิดความคิดรวบยอดของความรู้ทางพันธุศาสตร์แล้วนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจ อย่างเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) ซึ่งสอดคล้องกับ ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น. 220) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ผ่านประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม จะทำให้นักเรียนได้มองเห็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบองค์รวมและมองเห็นการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจของสังคม นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม และสรุปเป็นองค์ความรู้ออกมาผ่านชิ้นงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gutierrez (2015, p. 146) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการตัดสินใจ เลือกแนวทางการปฏิบัติในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรมและชีวจริยธรรมของสังคม

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ด้วยการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจร ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พื้นฐานศาสตร์ โดยการส่งเสริมในแต่ละระดับความรู้อยู่ ได้แก่ การตระหนักรู้คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (awareness knowledge) ความรู้ในหลักการ (principle knowledge) และวิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมสามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างไร

จากผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น โดยพิจารณาจากระดับการรู้พันธุศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่วิเคราะห์จากแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับสูงจากก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับผลระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยใบกิจกรรมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของคะแนนในแต่ละวงจรปฏิบัติการตามลำดับ โดยผู้วิจัยจะขออภิปรายการเพิ่มขึ้นของการรู้พันธุศาสตร์แต่ละระดับความรู้อย่างย่อ ดังต่อไปนี้

การตระหนักรู้คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (awareness knowledge)

นักเรียนเกิดการพัฒนากการตระหนักรู้คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในชั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา เนื่องจากในชั้นการจัดการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมอธิบายคำศัพท์ เกมจับคู่คำศัพท์ และเกมบิงโก เพื่อสร้างความรู้ความคุ้นเคยคำศัพท์พันธุศาสตร์ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมและทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานระหว่างการทำกิจกรรมภายหลังการเผชิญหน้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เมื่อพิจารณาการพัฒนาในแต่ละวงจรปฏิบัติการพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของระดับการตระหนักรู้ที่อยู่ในระดับสูง เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ระดับความรู้อยู่ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากเนื้อหาบทเรียนและคำศัพท์ของการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ส่วนใหญ่เป็นศัพท์ที่ยาวต้องอาศัยความคุ้นเคยมากกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องพืช GMOs และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีระดับการตระหนักรู้เพิ่มสูงขึ้นและอยู่ในระดับสูง เนื่องจากผู้วิจัยใช้เกมบิงโกคำศัพท์มาช่วยสร้างความรู้ความคุ้นเคยทางคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ ซึ่งเกมบิงโกเป็นเกมที่นักเรียนเคยเล่นและเป็นที่ยอมรับ อีกทั้งผู้วิจัยได้เพิ่มระยะเวลาในการศึกษาความหมายของคำศัพท์ก่อนการทำกิจกรรมจึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจความหมายของคำศัพท์ก่อนเล่นเกมบิงโกและอธิบายความของคำศัพท์ได้ถูกต้องหลังเล่นเกม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nicolaou et al. (2015) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีความรู้สึที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และ ทัศนศึกษา แคมป์

(2560, น. 368) กล่าวว่าการสอนโดยใช้เกมจะทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน

ความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ (principle knowledge)

นักเรียนเกิดการพัฒนาคำรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ โดยในมิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางพันธุศาสตร์ ผ่านการปฏิบัติจริงและบทบาทสมมติ และได้เชื่อมโยงแนวคิดทางพันธุศาสตร์เข้ากับประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคม จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนมากขึ้น ส่งผลให้ภายหลังการจัดการ เรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ในหลักการเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย ของ Sadler et al. (2017); Bosser et al. (2015) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนในประเด็นปัญหา มากขึ้น

เมื่อพิจารณาการพัฒนาระดับความรู้ในหลักการแต่ละวงจพบ ว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยความรู้ในหลักการอยู่ในระดับกลาง เนื่องจากนักเรียน ได้ทำกิจกรรมบทบาทสมมติที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการศึกษาหลักการ ทางพันธุศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์ระดับความรู้ในหลักการ เนื่องจากหลักการเรื่องการหาขนาดของ DNA และลำดับนิวคลีโอไทด์ต้องอาศัยเวลา เพื่อทำความเข้าใจเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับความรู้ ในหลักการเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้บทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นพลเมือง ในสังคมที่มีการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยการสืบค้นด้วยตนเอง ผ่านฐานความรู้และข่าวประเด็นการแก้ไขจีโนมของทารกของจีนที่เป็นประเด็นถกเถียงทั้งฝ่าย สนับสนุนและฝ่ายต่อต้านทำให้นักเรียนเป็นผู้นำตนเองในการเรียน และเกิดความเข้าใจในหลักการ ได้ง่ายขึ้น

วิธีใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ (how-to knowledge)

นักเรียนเกิดการพัฒนาวิธีการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 (มิติที่ 3) และขั้นที่ 3 ขั้นการสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ เนื่องจากนักเรียนได้วิเคราะห์ ผลกระทบของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่กระทบต่อสังคมในด้านต่าง ๆ ได้เชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนกับชีวิตประจำวันจากนั้นเสนอแนวทางปฏิบัติจึงทำให้ส่งเสริมการใช้

ความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวกับการตัดสินใจในประเด็นปัญหานั้นได้ สอดคล้องงานวิจัยของ Zeidler (2004); Sadler et al. (2017) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียน สามารถพิจารณาประเด็นผลกระทบต่อสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการตัดสินใจเกี่ยวกับ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากประเด็นปัญหาดังกล่าว ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหา ในห้องเรียนเข้ากับชีวิตประจำวัน และผลการวิจัยของ Christenson, & Rundgren (2014) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ส่งเสริม ให้นักเรียนสามารถเลือกแนวทางการปฏิบัติในประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมจากการพิจารณา ข้อดีและข้อเสียของประเด็นที่ศึกษาด้วย

เมื่อพิจารณาการพัฒนาวิธีใช้ความรู้ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของวิธีใช้ความรู้อยู่ในระดับกลาง เนื่องจากขั้นการสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผู้วิจัยไม่ได้จัดกิจกรรม ให้นักเรียนได้นำข้อมูลผลกระทบมาแลกเปลี่ยนกัน ส่งผลให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจ ของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมไม่หลากหลาย รวมถึงการกำหนด ระยะเวลาในการสร้างชิ้นงานเพื่อสังเคราะห์แนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนสังเคราะห์แนวทางการปฏิบัติและให้เหตุผล สนับสนุนได้น้อยลงวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับวิธีใช้ความรู้เพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อเข้าสู่ วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีระดับวิธีการใช้ความรู้อยู่ในระดับสูง เนื่องจากผู้วิจัยได้เพิ่มระยะเวลา ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลสืบค้นหลังจากการสืบค้นผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และ สังคมหน้าชั้นเรียนโดยใช้กระดาษสีแผ่นเล็กเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายประเด็นผลกระทบกับเพื่อน ต่างกลุ่มก่อนจะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคมซึ่งทำให้นักเรียนมีข้อมูลที่สนับสนุนที่หลากหลายมากขึ้น

เมื่อนำคะแนนรวมของแต่ละระดับความรู้มาพิจารณาเป็นระดับการรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนมีการรู้พันธุศาสตร์อยู่ระดับสูง หรือมีร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ย เท่ากับ 74 คะแนน เนื่องจากได้รับการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้ย่อย ผ่านการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีระดับการรู้พันธุศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการผลการพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ระหว่าง การจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้ พบว่า

ระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 76 คะแนน ในขณะที่ระหว่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับสูง เช่นกัน แต่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 74 คะแนน เนื่องจากภายหลังจากจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้จัดแสดงชิ้นงานสะท้อนแนวทางการปฏิบัติทำให้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเพื่อน ต่างกลุ่มและได้เกิดความคิดรวบยอดและส่งผลให้มองเห็นแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับ ทิศนา แวมมณี (2560, น. 352) ที่กล่าวว่า การอภิปรายกลุ่มย่อยช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ได้รับข้อมูลที่หลากหลาย และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่า นักเรียนมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยการรู้พันธุศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการตระหนักคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ เข้าใจหลักการทางพันธุศาสตร์และ ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ เกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในปัจจุบันได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

การใช้บทบาทสมมติในการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อศึกษาหลักการทางพันธุศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ทางพันธุศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น เกิดความสนุกสนานระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมได้ทันที

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัย พบว่านักเรียนเกิดกระบวนการทำงานกลุ่มที่เป็น ระบบมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติ และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ดี ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับ ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ส่งเสริมกระบวนการ ทำงานเป็นกลุ่มในงานวิจัยครั้งต่อไป



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สืบค้น 20 พฤษภาคม 2561, จาก [http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123\(2\).pdf](http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123(2).pdf).*
- ชาติรี ฝ่ายตา คำ. (2559). ประเด็นและแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสาร หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 1-16.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2559). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ณลินไชย. (2539). *ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.*
- ทิตนา แคมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ทีมข่าวอาชญากรรม สำนักข่าว MGR Online. (30 พฤศจิกายน 2560). 10 ปีคดีไม้คืบ สาวญี่ปุ่น ถูกฆ่ากลางอุทยานฯ สุโขทัย พ่อรอดพบดีเอสไอสมทบรางวัลนำจับเพิ่มเป็น 1.1 ล้าน. *สำนักข่าว MGR Online. สืบค้น 5 พฤษภาคม 2562, จาก <https://mgronline.com/crime/detail/9600000121138>.*
- นิธิรัตน์ อาโยวงษ์ และ วิมล สำราญวานิช. (2554). การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006). *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 21-28.
- นันทยา อัครอารีย์. (2560). สิ่งที่คุณอาจไม่รู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.*, 45(205), 8-13.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- ปิยะฉัตร ชาญตะแก้ว, ฤทธิไกร ไชยงาม, และบุษรา ยงค์คำชา. (2557). การเปรียบเทียบผลการเรียน ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การ เรียนแบบ ผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติที่มีต่อความสามารถในการ ได้แย้งและการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ต่างกัน. *ว.มรม. มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(2), 137-148.

- ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาท เนืองเฉลิม. (2557). *อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- พงศ์กรณ์ พันธุ์โยคี. (2559). ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 11(2), 336-350.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. (2558). *สองทศวรรษพืชและอาหารจีเอ็มโอ ผลกระทบต่อสุขภาพและการต่อต้านของผู้บริโภค*. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2561, จาก <http://www.biothai.net>.
- วนิดา สัตยาพันธ์. (2016). *มาตรการแสดงฉลากผลิตภัณฑ์อาหารดัดแปรพันธุกรรมศึกษาปัญหากฎหมายไทย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) สืบค้น 1 กรกฎาคม 2560, จาก ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 1 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สุชาติ อดุมโสมกิจ. (2558). การปรับแต่งจีโนม (genome editing) เพื่อการบำบัดรักษา. สืบค้น 5 พฤษภาคม 2562, จาก <http://horizon.sti.or.th/node/36>.

- Abrams, L. R., McBride, M. C., Hooker, G. W., Cappella, J. N., & Koehly, L. M. (2015). The Many Facets of Genetic Literacy: Assessing the Scalability of Multiple Measures for Broad Use in Survey Research. *PLoS ONE* 10(10): e0141532. Retrieved June 20, 2018, from <https://www.researchgate.net/publication/>
- Asbury, K. & Plomin, R. (2013). *G is for genes: the impact of genetics on education and achievement*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Boerwinkel, D. J., Yarden, A., & Waarlo, A. J. (2017). Reaching a Consensus on the Definition of Genetic Literacy that Is Required from a Twenty-First-Century Citizen. *Journal of Science and Education*, 26, 1087–1114.
- Bossér, U., Lundin, M., Lindahl, M., & Linder, C. (2015). Challenges faced by teachers implementing socio-scientific issues as core elements in their classroom practices. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 159-176.
- Castera, J., Clement, P, Munoz, F., & Bogner, F. X. (2018). How teachers' attitudes on GMO relate to their environmental. *Journal of Environmental Psychology*, 57, 1-9.
- Cebesoy, U. E. & Oztekin, C. (2017). Genetics Literacy: Insights from Science Teachers' Knowledge, Attitude, and Teaching Perceptions. *Science and Mathematics Education*, 16(7), 1247-1268. DOI: 10.1007/s10763-017-9840-4.
- Chapman, R., Likhanov, M., Selita, F., Zakharov, I., Smith-Woolley, E., & Kovas, Y. (2018). New literacy challenge for the twenty-first century: genetic knowledge is poor even among well educated. *Journal of Community Genetics*, 10(1), 73-84.
- Christenson, N., & Chang Rundgren, S.-N. (2014). A Framework for Teachers' Assessment of Socio-scientific Argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49(2), 204–212.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S-W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2014). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socio-scientific issue. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1-27.

- Coll, R. K. & Taylor, N. (2009). Exploring international perspectives of scientific literacy: an overview of the special issue. *International Journal of Environment & Science Education*, 4(3), 197-200.
- Coller, B. S. (2019). Ethics of human genome editing. *Annual Review of Medicine*. Retrieved May 5, 2019, from med.annualreviews.org.
- Dudlicek, L. L., Gettig, E. A., Etzel, K. R., & Hart, T. C. (2004). Status of genetics education in U.S. dental schools. *Journal of Dental Education*, 68, 809–818.
- Eaton, E. (2009). Getting behind the grain: the politics of genetic modification on the Canadian prairies. *International Journal of Environmental & Science Education*, 41(2), 256–281.
- Eilks, I. (2010). Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 44(1), 163-184.
- Erby, Lori, H., Roter, D., Larson, S., & Cho, J. (2007). The Rapid Estimate of Adult Literacy in Genetics (REAL-G): A Means to Assess Literacy Deficits in the Context of Genetics. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 146, 174–181.
- Erdogan, A., Ozsevgeç, L. C., & Ozsevgeç, T. (2014). A Study on the Genetic Literacy Levels of Prospective Teachers. *Journal of Science and Mathematics Education*, 8(2), 19-37.
- Fileccia, T. (2017). GMOs: A Good but Battered Means for Sustainable Production Intensification. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 4(1), 1-20.
- Friedrichsen, P.J., Sadler, T.D., Graham, K., & Brown, P. (2016). Design of a socio-scientific issue curriculum unit: antibiotic resistance, natural selection, and modeling. *International Journal of Designs and Learning*, 7(1), 1-18.
- Goltz, H. H. & Acosta, S., (2015). A Rare Family: Exploring Genetic Literacy in an Online Support Group. *Journal of Family Strengths*, 15(2), 1-23.

- Goltz, H. H., Bergman, M., & Goodson, P. (2016). Explanatory Models of Genetics and Genetic Risk among a Selected Group of Students. *Public Health*, 4(111), 1-11.
- Gupta, C. (2018). Contested fields: an analysis of anti - GMO politics on Hawai'i Island. *Agriculture Human*, 35(1), 181-192.
- Gutierrez, S. B. (2015). Integrating Socio-Scientific Issues to Enhance the Bioethical Decision-Making Skills of High School Students. *International Education Studies*, 8(1); 142-151.
- Hovet, K. (2018). Genetic Literacy Project. *Fighting deadly adverse drug reactions through precision medicine*. Retrieved July 25, 2018, from <https://geneticliteracyproject.org/2018/04/18/fighting-deadly-adverse-drug-reactions-through-precision-medicine/>.
- Kampourakis, K., Reydon, T. A., Patrinos, G. P., & Strasser, B. J. (2014). Genetics and society-educating scientifically literate citizens: Introduction to the thematic issue. *Science and Education*, 23(2), 251-258.
- Kenzie, D. M. (August 23, 2012). *Study linking GM crops and cancer questioned*. Retrieved July 28, 2018, from <https://www.newscientist.com/article/dn22287-study-linking-gm-crops-and-cancer-questioned>.
- Klop, T. & Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, 29(5), 663 -79.
- Krakow, M., Ratcliff, C.L., Hesse, B.W., & Greenberg-Worisek, A. J. (2018). *Assessing Genetic Literacy Awareness and Knowledge Gaps in the US Population: Results from the Health Information National Trends Survey*. HCIRB, National Cancer Institute, Bethesda, MD, USA.
- Lassen, J. (2018). Listened to, but not heard! The failure to represent the public in genetically modified food policies. *Public Understanding of Science*, 27(8), 923-936.

- Maeder, M. L. & Gersbach C. A. (2016). Genome-editing Technologies for Gene and Cell Therapy. *Journal of the American Society of Gene & Cell Therapy*, 24(3), 430–446.
- McInerney, J. D., (2002). Education in a genomic world. *Journal of Medicine and Philosophy*, 27(3), 369-390.
- Molteni, M. (April 27, 2018). The creepy genetics behind the golden state killer case. Retrieved May 5, 2019, from <https://www.wired.com/story/detectives-cracked-the-golden-state-killer-case-using-genetics/>.
- Morris, J. (2018). *Why is genetics education so important? Trends in Genetics. Call press review*, 34(1), 1-4.
- Nicolaou, Chr. Th., Evagorou, M., & Lymbouridou, Chr. (2015). Elementary School Students' Emotions when Exploring an Authentic Socio-Scientific Issue through the Use of Models. *Science Education International*, 26(2), 240-259.
- Ohly, H. and Lowe, N. (2018). *Genetic Literacy Project: 'Biofortification': Super-nutritious crops could help millions of undernourished children*. Retrieved July 28, 2018, from <https://geneticliteracyproject.org>.
- Osman, E., Jaoude, S. B. & Hamdan, H. (2016). An Investigation of Lebanese G7-12 Students' Misconceptions and Difficulties in Genetics and Their Genetics Literacy. *Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 1257-1280.
- PPTV HD36. (7 ธันวาคม 2558). "GMOs" ความมั่นคงทางอาหาร. PPTV HD36 [online]. จาก <https://www.pptvhd36.com/news>.
- Puig, P. & Jiménez-Aleixandre M.P. (2011). Different Music to the Same Score: Teaching About Genes, Environment, and Human Performances. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*, 39, 201-238.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. (5th ed): United States of America: The American Center Library.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding Socio-scientific issue: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

- Sadler, T. D., Barab, S., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37(1), 371–391.
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific Issues in the Classroom: *Teaching, Learning and Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*. (39th ed). Gainesville, Florida, USA.
- Sadler, T. D., Romineb, W. L., & Topçuc, M. S. (2016). *Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study*. University of Missouri-Columbia, Columbia, USA.
- Sadler, T. D., Foulk, J. A, & Friedrichsen, P. J. (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.
- Schmiemann, Nehm, R. H. & Tornabene, R. E. (2017). Assessment of Genetics Understanding Under What Conditions Do Situational Features Have an Impact on Measures? *Science and Education*, 26(1), 1161–1191.
- Scoones, I. (2008). Mobilizing against GM crops in India, South Africa and Brazil. *Journal of Agrarian Change*, 8 (2/3), 315–344.
- Smith, M. & Steinhauer, J. (2018). Trends in genetics. *Call press revie.*, 34(1), 1-4.
- Mayo Clinic Staff. (2017, Dec 29). Gene therapy. Mayo clinic. [Online].
from <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/gene-therapy/>
- Steinhauer, J. (2018). Why is genetics education so important? Trends in Genetics. *Call press review*, 34(1), 1-4.
- Stevens, T. (2018). Why is genetics education so important? Trends in Genetics. *Call press review*, 34(1), 1-4.
- Stern, F. & Kampourakis, K. (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era. *Studies in Science Education*, 53(2), 193-225.
- Vu, T., Ha, D., Frizzo-Barker, J., & Peter Chow-White. (2018). Adopting clinical genomics: a systematic review of genomic literacy among physicians in cancer care. *BMC Medical Genomics*, 11(18), 1-19.

Winstead, R. (May 24, 2018). What Happens If We Run Out? European seed. [Online].

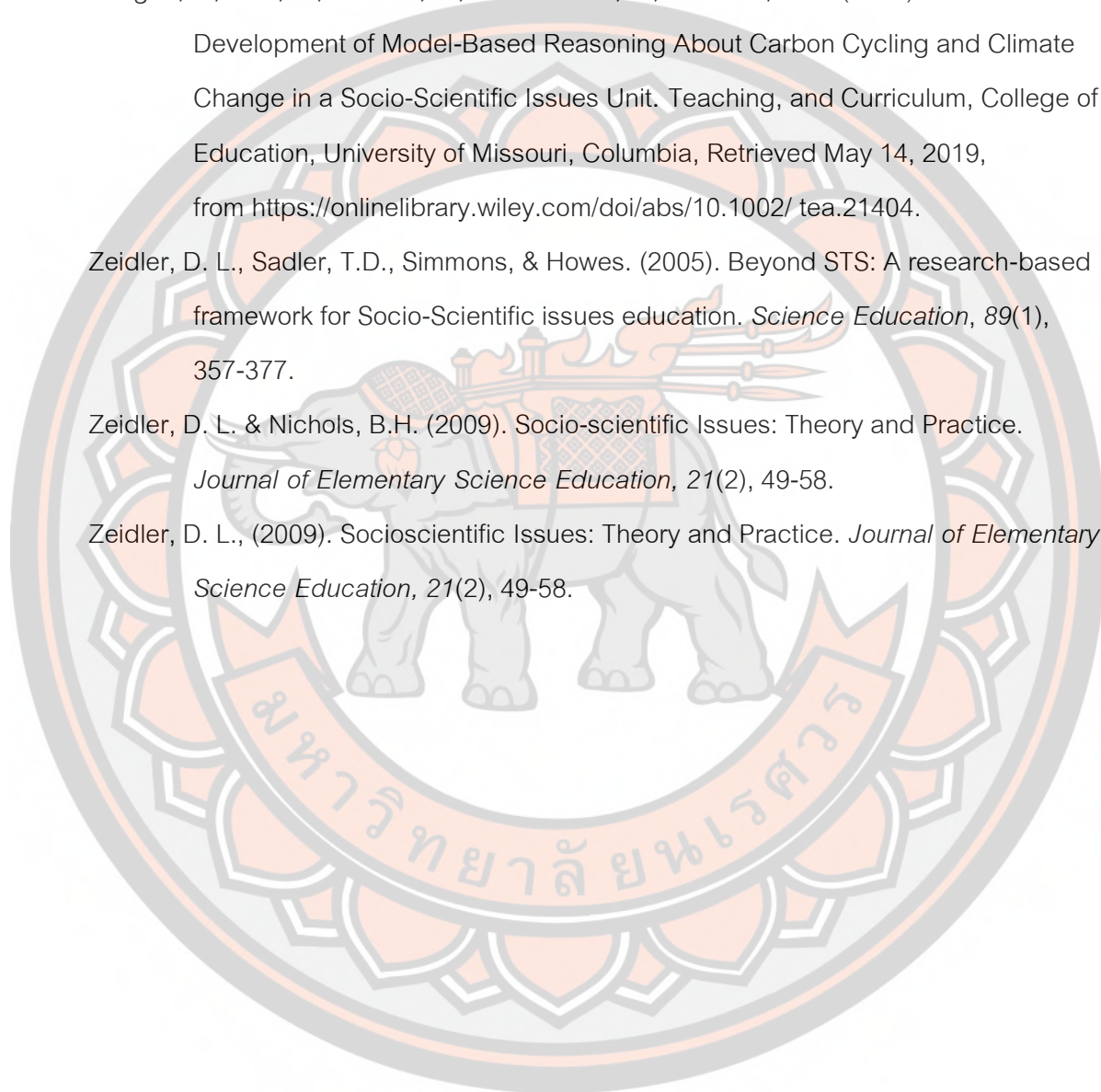
Retrieved October 1, 2018, from <http://european-seed.com>.

Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P., & Sadler, T. D. (2017). Student Development of Model-Based Reasoning About Carbon Cycling and Climate Change in a Socio-Scientific Issues Unit. *Teaching, and Curriculum, College of Education, University of Missouri, Columbia*, Retrieved May 14, 2019, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.21404>.

Zeidler, D. L., Sadler, T.D., Simmons, & Howes. (2005). Beyond STS: A research-based framework for Socio-Scientific issues education. *Science Education*, 89(1), 357-377.

Zeidler, D. L. & Nichols, B.H. (2009). Socio-scientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.

Zeidler, D. L., (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ หอมจันทร์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ดร.สุริยา ชาญ

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นายขวัญ ตาใจ

ครูเชี่ยวชาญพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา
โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริม
การรู้พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสม					รวม N	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1			
1.1	2	1				3	4.67	0.58
1.2	2	1				3	4.67	0.58
2.1	2	1				3	4.67	0.58
2.2	2	1				3	4.67	0.58
2.3	1	2				3	4.33	0.58
2.4	1	2				3	4.33	0.58
3.1	2		1			3	4.33	1.15
3.2	2	1				3	4.67	0.58
3.3	2	1				3	4.67	0.58
4.1	2	1				3	4.67	0.58
4.2	2	1				3	4.67	0.58
4.3	2	1				3	4.67	0.58
5.1	1	2				3	4.33	0.58
5.2	1	2				3	4.33	0.58
5.3	1	2				3	4.33	0.58
6.1	3					3	5	0.00
6.2	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 1	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 2	2	1				3	4.67	0.58

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสม					รวม N	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1			
ประเด็นที่ 3	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 4		3				3	4	0.00
6.3	2	1				3	4.76	0.58
ประเด็นที่ 1	2	1				3	4.76	0.58
ประเด็นที่ 2	1	2				3	4.33	0.58
ประเด็นที่ 3	1	2				3	4.33	0.58
ประเด็นที่ 4	1	2				3	4.33	0.58
ประเด็นที่ 5		3				3	4	0.00
ประเด็นที่ 6	1	2				3	4.33	0.58
6.4	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 1	1	2				3	4.33	0.58
ประเด็นที่ 2	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 3	2	1				3	4.67	0.58
ประเด็นที่ 4	1	2				3	4.33	0.58
7.1	2	1				3	4.67	0.58
7.2	2	1				3	4.67	0.58
7.3	2	1				3	4.67	0.58
7.4	2	1				3	4.67	0.58
เฉลี่ย						3	4.51	0.56

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์
และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว30241	วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2561
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ		เวลา 12 ชั่วโมง
เรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์		เวลา 4 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวบุศมาพร กันทะวัง		วันที่ 4 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

- 2.1 สืบค้นข้อมูล อธิบาย การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA
- 2.2 สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ใช้ในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม

เป้าหมายการเรียนรู้

3.1 สารสำคัญ (Concept)

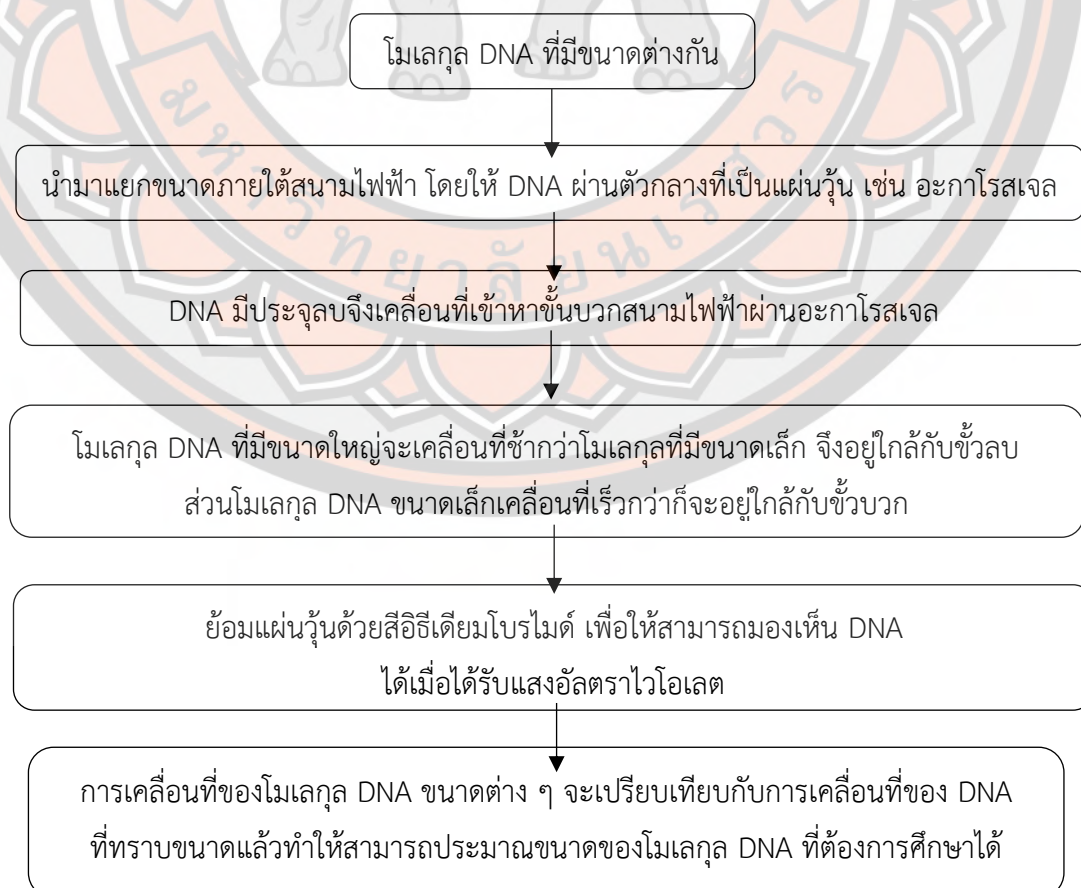
หลักการของเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส คือ การแยกโมเลกุล DNA ที่มีขนาดแตกต่างกันออกจากกันภายใต้สนามไฟฟ้าโดยให้ DNA เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น เช่น อะกาโรสเจล (agarose gel) หรือ พอลิอะคริลลาไมด์เจล (polyacrylamide gel) ที่อยู่ภายใต้สนามไฟฟ้า โมเลกุล DNA จะเป็นโมเลกุลที่มีประจุลบ ซึ่งเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก (anode) โดยให้โมเลกุล DNA

ขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก เมื่อให้โมเลกุลขนาดต่าง ๆ แยกในสนามไฟฟ้าเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนที่ของโมเลกุลดีเอ็นเอมาตรฐาน (DNA marker; M) ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นดีเอ็นเอที่ทราบขนาดเป็นจำนวนคู่เบส (base pair; bp) จะทำให้ทราบขนาดของโมเลกุลของดีเอ็นเอที่ต้องการศึกษาได้ (หากใช้พอลิอะคริลาไมด์เจลจะสามารถแยกขนาดของโปรตีนและกรดนิวคลีอิกได้ หากใช้อะกาโรสเจลจะแยกได้เฉพาะขนาดของกรดนิวคลีอิกเท่านั้น)

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ เรียกว่า การหาลำดับดีเอ็นเอ (DNA sequencing) สามารถทำได้โดยเครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ (automated sequencer) เมื่อได้ลำดับเบสแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้หลากหลาย เช่นนำไปเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อให้ทราบว่าลำดับเบสนั้นเป็นยีนใดหรือมิวแทนในตำแหน่งใด นอกจากนี้ยังสามารถนำลำดับเบสไปแปลงเป็นลำดับกรดอะมิโนเพื่อใช้ทำนายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้อีกด้วย

3.2 สารการเรียนรู้ (Content)

○ การแยกขนาดของ DNA ในสนามไฟฟ้าและหาขนาดได้โดยนำไปเปรียบเทียบกับโมเลกุลดีเอ็นเอที่ทราบขนาด โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสมีหลักการโดยสรุป ดังนี้



○ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA เรียกว่า การหาลำดับดีเอ็นเอ (DNA sequencing) สามารถทำได้โดยหาลำดับเบสที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ (automated sequencer) โดยมีการพัฒนาเทคนิคและซอฟต์แวร์ทำให้สามารถอ่านผลในรูปของลำดับเบสได้อย่างรวดเร็ว

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม ด้านนิติวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 75 (ความรู้ในหลักการ)

1.2 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 70 (การตระหนักรู้)

1.3 นักเรียนสามารถเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อหลักสิทธิมนุษยชน และวิเคราะห์แนวทางปฏิบัติในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลทางพันธุกรรม และผู้ใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมได้ร้อยละ 70 (ทักษะการใช้ความรู้/วิธีใช้ความรู้)

1.4 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างและอภิปรายการใช้ประโยชน์การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA รวมถึงข้อควรคำนึงการใช้ประโยชน์ในด้านชีวจริยธรรมได้ร้อยละ 80

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนเขียนขั้นตอนการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ได้ระดับดี

3. ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมในทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีผลกระทบต่อบุคคล สิทธิมนุษยชน และจริยธรรมของสังคมได้ในระดับดี

ชิ้นงาน/ภาระงาน

5.1 ใบกิจกรรมที่ 6.4 การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA

5.2 ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์

การประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K)			
1) นักเรียนสามารถอธิบายหลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม ด้านนิติวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 75 (ความรู้ในหลักการ)	นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์แล้วเขียนอธิบายหลักการหลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
2) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม ด้านนิติวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 70 (การตระหนักรู้)	นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์แล้วเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
3) นักเรียนสามารถเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่กระทบต่อหลักสิทธิมนุษยชน และวิเคราะห์แนวทางปฏิบัติในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรม และผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรมได้ร้อยละ 70 (ทักษะการใช้ความรู้/วิธีใช้ความรู้)	นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรมในด้านนิติ วิทยาศาสตร์แล้วเขียน แนวทางปฏิบัติในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรม และผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรมในด้าน นิติวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
4) นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง และอภิปรายการใช้ประโยชน์ การหาขนาด DNA โดยใช้ เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ในสาย DNA รวมถึงข้อควร คำนึงการใช้ประโยชน์ในด้าน ชีวจริยธรรมได้ร้อยละ 80	นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรมในด้านนิติ วิทยาศาสตร์	ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรมในด้าน นิติวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
1) นักเรียนเขียนขั้นตอนการ หาขนาด DNA โดยใช้เทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ได้ระดับดี	ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.2 การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และ การหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ในสาย DNA	ใบกิจกรรมที่ 6.2 การหาขนาด DNA โดยใช้ เทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส	ผ่านเกณฑ์ ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
		และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ ในสาย DNA	

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนเกี่ยวกับแนวปฏิบัติการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีผล กระต่อบุคคล สิทธิมนุษยชน และจริยธรรมของสังคมได้ในระดับดี	สังเกตพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมร่วมกัน	แบบประเมินการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
--	-----------------------------------	------------------------	------------------------

กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงจากกรอบการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมของ Sadler et al. (2017)

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา (Encountering the Focal Issue) (1 ชั่วโมง)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพยนตร์ เรื่อง Murder on the Orient Express ฆาตกรรมบนรถด่วนโอเรียนท์เอ็กซ์เพรส ที่เกี่ยวกับการฆาตกรรมชายคนหนึ่งบนรถไฟที่เดินทางไปสถานีแห่งหนึ่งและทำให้ผู้โดยสารทั้งหมดบนรถไฟตกเป็นผู้ต้องสงสัย และทำให้เกิดเหตุการณ์ร้องเรียนความเป็นธรรมให้กับตนเองของเหล่าผู้ต้องสงสัยที่ไม่มีความเกี่ยวข้องในการพิสูจน์หลักฐานต่าง ๆ ของนักสืบ นักสืบจึงสอบปากคำผู้ต้องสงสัยทุกคนแล้วตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและพบหลักฐานสำคัญดังนี้

- 1) มีดสั้นตกที่พื้นห้องและมีคราบเลือดติดอยู่
- 2) ถุงมือหนังสีดำถูกทิ้งไว้ข้างนอกห้อง
- 3) รอยเลือดติดที่หน้าต่าง
- 4) เส้นผมสีดำในมือผู้ตาย

หลังจากนั้นนักสืบทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงของคนร้าย แต่ไม่พบลายนิ้วมือใด ๆ นอกจากของผู้ตาย จึงสันนิษฐานว่าคนร้ายใส่ถุงมือขณะก่อเหตุ

ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ตัวอย่างจากภาพยนตร์นี้เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นครูแจกแฟ้มประวัติการสอบสวนของนักสืบให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ภายในแฟ้มจะประกอบไปด้วยประวัติของผู้ต้องสงสัยทั้ง 10 คนและความเกี่ยวข้องกับผู้ตาย จากนั้นครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนเข้าสู่บทเรียน

○ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ดังกล่าวหากนักเรียนเป็นนักสืบคนนี้จะมีการสืบหาคนร้ายด้วยวิธีการใดบ้าง

(แนวคำตอบ การตรวจลายพิมพ์ DNA จากรากเส้นผมในมือผู้ตาย แต่ไม่สามารถใช้การตรวจหาลายนิ้วมือแฝงได้เนื่องจากคนร้ายใส่ถุงมือขณะก่อเหตุและไม่พบลายนิ้วมือแฝงอื่นนอกจากผู้ตายเลย)

2. ครูให้สถานการณ์เพิ่มเติม “เมื่อนักสืบทำการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุอีกครั้งพบว่า มีร่องรอยการต่อสู้กันก่อนผู้ตายจะเสียชีวิต พบเส้นผมสีดำและรอยเลือดติดที่หน้าต่างห่างจากศพผู้ตายพอสมควร นักสืบจึงสันนิษฐานว่าน่าจะไม่ใช่เลือดของผู้ตายเนื่องจากผู้ตายโดนแทงและเลือดไม่สามารถกระเด็นห่างจากจุดเกิดเหตุไกลขนาดนี้” นักสืบจึงทำการตรวจสอบหาเบาะแสเพิ่มเติมจากผู้ต้องสงสัยทั้ง 10 คนที่มีผมสีดำและรอยแผลตามร่างกาย พบว่ามีผู้ต้องสงสัยจำนวน 4 คนที่บาดแผลจากนั้นนักสืบทำการสอบสวนถึงที่มาของแผลดังกล่าว ขั้นตอนนี้ครูแจกเอกสารที่ได้จากการสอบปากคำเพิ่มเติมของผู้ต้องหา 4 คน และแจกเอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพิสูจน์หลักฐานจากพยานวัตถุให้นักเรียนศึกษาร่วมกันเป็นกลุ่ม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐานข้างต้น ครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

○ หากนักเรียนเป็นนักสืบจะดำเนินการต่อไปอย่างไรเพื่อตรวจสอบหลักฐานอย่างไร
(แนวคำตอบ นำเลือดนี้ไปทำการเพิ่มปริมาณแล้วตรวจสอบหาเจ้าของเลือดต่อไป จากคำถามนี้ครูต้องการเชื่อมโยงเนื้อหาจากชั่วโมงก่อน เรื่องเทคนิค PCR ในการเพิ่มปริมาณของตัวอย่างเลือด และสกัด DNA จากรากเส้นผมเพื่อหาเจ้าของ)

○ นักเรียนคิดว่าเทคนิคใดบ้างที่น่าจะนำมาช่วยในการตรวจสอบหาเจ้าของหยดเลือดน่าสงสัยบนรถไฟขบวนนี้

(แนวคำตอบ เทคนิคการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ นักเรียนจะได้คำตอบจากการศึกษาใบกิจกรรมที่ครูแจกให้)

3. ครูถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์คดีฆาตกรรมกับเนื้อหาบทเรียน

○ หากนักสืบเลือกวิธีการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการหาตัวคนร้ายจากเส้นผม และเลือดปริศนา นักเรียนทราบหลักการทำงานของวิธีนี้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่มีของนักเรียน ครูเพียงต้องการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ก่อนจะนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไป)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ (Three-Dimensional Science Learning) (2 ชั่วโมง)

มิติที่ 1 เรียนรู้และทำความเข้าใจหลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA (60 นาที)

5. ครูให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา เรื่อง เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งอธิบายการทำงานของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA ตัวอย่างจากใบกิจกรรมที่ 6.4 การหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม

6. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA โดยใช้แบบจำลองที่ครูสร้างขึ้นจากวัสดุที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส กิจกรรมมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูสาธิต

6.1 ครูสาธิตการเตรียมอะกาโรสเจล โดยเริ่มตั้งแต่การเทเจลที่เตรียมไว้ลงถาดเจลแล้วทิ้งไว้ 5 นาที รอให้วุ้นแข็งตัว จากนั้นค่อย ๆ ดึงหัวออกจากแผ่นเจล ในระหว่างที่ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าไม่ควรเทลงอย่างรวดเร็วเพราะจะทำให้ภายในวุ้นมีฟองอากาศจะทำให้การทดลองผิดพลาดได้

6.2 ขั้นตอนการโหลดตัวอย่าง

6.2.1 นำแผ่นเจลวางบนบล็อกรันเจล (โมเดลจำลอง) โดยเอาส่วนที่ใส่ตัวอย่างอยู่ทางซ้ายลบนั่นเทปไฟเฟอร์ให้ท่วมเจลขึ้นมาเล็กน้อย

6.2.2 จากนั้นนำตัวอย่างที่ต้องการรันเจลมาผสมกับ loading dye (สีผสมอาหาร สีฟ้า) ให้เข้ากัน ผสมกันโดยใช้ไมโครปิเปต

6.2.3 ปลอ่ยตัวอย่างลงในหลุมเจลแต่ละหลุมที่เตรียมไว้ ครูชี้แจงการโหลดตัวอย่างโดยให้นักเรียนค่อย ๆ ปลอ่ยตัวอย่างลงหลุมอย่างช้า ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง

6.2.4 ต่อสายไฟฟ้าของเครื่องอิเล็กโทรฟอริซิสแล้วเริ่มการทำงาน

* ครูให้นักเรียนศึกษาหลักการของเครื่องในขั้นตอนการ run gel เกี่ยวกับการแยกขนาดของ DNA และชี้แจงว่าระหว่างการทำ run gel จะเห็นการเคลื่อนที่ของ DNA แต่ในการทดลองนี้เป็นเพียงชุดสาธิตเท่านั้นจึงไม่เห็นการเคลื่อนที่ของ DNA

6.3 ขั้นตอนการย้อมและถ่ายภาพเจล

ครูชี้แจงว่าหลังจากเห็น DNA เคลื่อนที่ตามที่ต้องการแล้วให้หยุดการทำงานของเครื่อง จากนั้นทำการย้อมเจลด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ แล้วนำไปส่องด้วยแสง UV จะทำให้เห็นแถบ DNA ขนาดต่าง ๆ เนื่องจากเอธิเดียมโบรไมด์ที่จับกับ DNA จะเรืองแสงทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น

6.3.1 ครูยกแถบเจลที่ย้อมสีแล้วเข้าเครื่อง gel Doc จำลอง

6.3.2 ครูชี้แจงว่าหากทำการทดลองถูกต้องจะได้แถบแสดงของ DNA ของเลือดผู้ต้องสงสัย

ขั้นที่ 2 นักเรียนทำการทดลอง

6.4 นักเรียนทำการทดลองเช่นเดียวกับครูสาธิต เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนโหลดตัวอย่าง ซึ่งในระหว่างนี้ครูคอยตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนต่าง ๆ และคอยให้คำแนะนำ

เมื่อนักเรียนปฏิบัติอย่างถูกต้องและครบทุกขั้นตอนจะได้รับกระดาษแสดงขนาดของ DNA จากเครื่อง gel doc เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ผลการหาขนาด DNA

6.5 ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์แถบ DNA ที่ได้และสรุปผลว่าใครคือฆาตกรจากผู้ต้องสงสัยทั้ง 4 คนนี้ ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับที่มาของแถบ DNA และการหา STR ในแต่ละบุคคล

จากนั้นครูเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์การหาขนาด DNA ของเส้นผมและเลือดคนร้ายกับการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ต่อไปเพื่อยืนยันข้อมูลที่ได้ และอธิบายเพิ่มเติมว่า

- จากแถบ DNA ของเลือดและเส้นผมที่ได้ นั้นมีความใกล้เคียงกับผู้ต้องสงสัย 3 คนเนื่องจากเป็นพี่น้องพ่อแม่เดียวกัน ดังนั้นในการจะยืนยันข้อมูลทางพันธุกรรมที่มีลักษณะจำเพาะเจาะจงของแต่ละตัวบุคคลนั้น นักเรียนคิดว่าจะใช้เทคนิคใดตรวจสอบและยืนยันข้อมูลระดับยีน (แนวคำตอบ การหาลำดับของนิวคลีโอไทด์)

มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA (30 นาที)

9. ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์แล้วชี้ตัวมาตกรจากหลักฐานที่มี ก่อนจะเข้าสู่กิจกรรม การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ เพื่อกระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียนในการศึกษาเรื่องการหา ลำดับนิวคลีโอไทด์ในกิจกรรมต่อไป

- นักเรียนคิดว่าจากแถบ DNA ที่ปรากฏ 1 ใน 3 คนที่ห้องนี้ใครน่าจะเป็นฆาตกร (แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ของนักเรียน)

10. ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา เกี่ยวกับโครงสร้างของ DNA และให้นักเรียนศึกษาการหาลำดับนิวคลีโอไทด์จากวีดิทัศน์ เป็นเวลา 5 นาที

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ จากนั้นครูแจกผลการ ตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ของเส้นผม เลือดปรีศนา และลำดับนิวคลีโอไทด์ของพี่น้องทั้ง 3 คน

12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมาตกร ครูถามคำถามเพื่อขยายความรู้

- นักเรียนคิดว่ากรหาลำดับนิวคลีโอไทด์มีความแม่นยำหรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์มีความแม่นยำสูง และมีความจำเพาะ ของแต่ละบุคคลจึงสามารถบอกได้ว่าเลือดปรีศนานี้เป็นของใคร)

หลังจากอภิปรายความสำคัญของการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA แล้วครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ในสาย DNA ผ่านการเล่นเกมจับคู่ความหมายของคำศัพท์ ดังนี้

- ขนาดของ DNA
- เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส
- ลำดับนิวคลีโอไทด์
- เบสคู่สม
- ดีเอ็นเอมาตรฐาน (DNA marker; M)
- เทคนิค PCR
- อะกาโรสเจล (agarose gel)
- พอลิอะคริลาไมด์เจล
- เครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ (automated sequencer)

- แถบดีเอ็นเอ

จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายความหมายของคำศัพท์ข้างต้นร่วมกันอีกครั้ง

มิติที่ 3 อภิปรายผลกระทบของประเด็นปัญหาการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ข้างต้น (30 นาที)

13. ครูให้สถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์เพิ่มเติม จากสถานการณ์ข้างต้น

“จากการนำเอาเลือดของพี่น้องทั้ง 3 คนไปตรวจสอบ ผลการตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์พบว่า 1 ใน 3 คนนั้น (ชาย A นามสมมติ) มีลำดับยีนที่เป็นยีนมะเร็งซึ่งแสดงให้เห็นว่า เขามีปัจจัยเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็ง จึงเป็นผลทำให้บริษัทที่เขาทำประกันชีวิตยกเลิกสัญญาตามเงื่อนไขของบริษัท และไม่จ่ายเงินคืนที่เคยส่งไว้ ทำให้เขาได้รับผลกระทบจากการเปิดเผยข้อมูลนี้”

○ ครูให้นักเรียนพิจารณาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ของชายคนนี้ แล้วชี้ตำแหน่งที่เจอยีนมะเร็งนี้

○ ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงประโยชน์ของการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ เนื่องจากสามารถรู้ข้อมูลทางพันธุกรรมในเชิงลึกได้

○ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาทางออกเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวและ วิเคราะห์ผลกระทบของการของประเด็นปัญหาการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ข้างต้น

14. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมโดยไม่ได้รับความยินยอม จากเจ้าของข้อมูลที่ส่งผลกระทบต่อหลักสิทธิมนุษยชนการเข้าถึงข้อมูลของบุคคล ครูใช้ QR code เป็นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับหลักสิทธิมนุษยชนให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ (Synthesis of Ideas and Practices)
(60 นาที)

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม โดยไม่ได้รับความยินยอมซึ่งเกี่ยวกับประเด็นสิทธิมนุษยชนการเข้าถึงข้อมูลของบุคคล และแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์ข้างต้น

16. หลังจากการนำเสนอครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันอีกครั้งโดยนำประเด็นการวิเคราะห์และแนวปฏิบัติของเพื่อนกลุ่มอื่นมาสังเคราะห์ร่วมด้วย จากนั้นให้เสนอแนวปฏิบัติสุดท้าย ดังนี้

- ระบุประเด็นปัญหาที่ศึกษา
- เขียนอธิบายความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์
- อธิบายหลักการการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์
- ความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมในทางนิติวิทยาศาสตร์ ทั้งมุมมองของนักสืบที่ต้องการข้อมูล และในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลที่เกิดความเสียหาย โดยวิเคราะห์ร่วมกับหลักสิทธิมนุษยชน
- วิเคราะห์การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมกรณีการทำประกันมะเร็ง การกระทำของบริษัทประกันมะเร็งในการวางแผนไขตรวจทดสอบข้อมูลทางพันธุกรรมประกอบการทำประกัน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของ สสวท.
2. ภาพยนตร์เรื่อง Murder on the Orient Express
3. เครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิสจำลอง
4. แถบ DNA และลำดับนิวคลีโอไทด์ประกอบการทำกิจกรรม
5. ใบกิจกรรม
6. แฟ้มประวัติผู้ต้องสงสัยที่ใช้ประกอบการสอบสวน
7. วัสดุทัศนัการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 6.5 การใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านนิติวิทยาศาสตร์

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



จากเหตุฆาตกรรมชายวัย 43 ปี บนรถไฟที่เดินทางไปสถานที่แห่งหนึ่งทำให้ผู้โดยสารทั้งหมดบนรถไฟตกเป็นผู้ต้องสงสัยจึงทำให้เกิดการสอบสวนตามกระบวนการนิติวิทยาศาสตร์ นักสืบผู้ทำหน้าที่ในการสืบหาตัวฆาตกรได้รวบรวมหลักฐานจากที่เกิดเหตุพบ กองเลือดปริศนา และเส้นผมในมือของผู้ตายจึงสันนิษฐานว่าเกิดการต่อสู้กับคนร้ายและเส้นผมนี้น่าจะเป็นของคนร้าย นักสืบเลือกใช้เทคนิคการหาขนาดของ DNA และใช้การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในการหาตัวฆาตกรเพราะมีความแม่นยำสูง มีความจำเพาะเจาะจง เทคนิคการหาขนาดของดีเอ็นเอจะใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสโดยจะแยกดีเอ็นเอภายใต้สนามไฟฟ้าแสดงออกมาเป็นแถบ DNA ขนาดต่าง ๆ จากซ้ายไปขวา และการใช้เทคนิคการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ก็จะแสดงผลออกมาเป็นลำดับเบสที่มีความจำเพาะเฉพาะตัวบุคคลเท่านั้น ทำให้นักสืบปิดคดีได้และนำตัวฆาตกรส่งตำรวจเพื่อดำเนินคดี

จากเหตุการณ์ดังกล่าวมีผู้ต้องสงสัยจำนวน 4 คนที่มีความเป็นไปได้ในการฆาตกรรม ซึ่งระหว่างการสอบสวนเขาทั้ง 4 คนจะต้องให้ตัวอย่างเลือดของตนเองกับนักสืบเพื่อนำไปตรวจสอบด้วยเทคนิคข้างต้น เมื่อสิ้นสุดกระบวนการสอบสวนและได้ตัวคนร้ายแล้ว พบว่าข้อมูลทางพันธุกรรมของชาย (ผู้บริสุทธิ์) คนหนึ่งถูกเปิดเผยและพบว่าเขามีเงินมะเร็ง จึงส่งผลให้บริษัทประกันชีวิตของเขานั้นยกเลิกสัญญาเนื่องจากผิดเงื่อนไขการประกันของบริษัท เขาจึงเกิดความเสียหายอย่างมากจากการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมครั้งนี้

แหล่งที่มาปรับจากภาพยนตร์เรื่อง Murder on the Orient Express (2017)

1. จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

2. จากสถานการณ์นี้ จงอธิบายคำศัพท์ต่อไปนี้

2.1 เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส คือ

.....

2.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์ คือ

.....

2.3 ดีเอ็นเอเครื่องหมาย (DNA marker; M) คือ

.....

2.4 พอลิอะคริลาไมด์เจล คือ

.....

2.5 แอบบอดีเอ็นเอ คือ

.....

3. จากสถานการณ์การข้างต้นการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ใช้หลักการใดในการ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร

3.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

ก. นำ DNA มาแยกขนาดภายใต้สนามไฟฟ้า โดยให้ DNA ผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น (agarose gel)

ข. DNA ที่มีประจุบวกจะเคลื่อนเข้าหาขั้วลบ

ค. โมเลกุล DNA ที่มีขนาดต่างกัมนำมาย้อมด้วยไอโอดีน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต

ง. DNA ที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากมีมวลมากกว่า

3.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร

➤ การหาขนาดของ DNA

ขั้นตอนการโหลดตัวอย่าง

.....

ขั้นตอนการย่อและถ่ายภาพเจด

.....

.....

➤ ขั้นตอนการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์

.....

.....

4. จากสถานการณ์การให้ข้อมูลทางพันธุกรรมในกรณีการตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์นักเรียนคิดว่าเกิดผลกระทบในการเปิดเผยข้อมูลในด้านใด อย่างไรบ้าง

ผลกระทบ	ผู้ให้ข้อมูล	ผู้รับข้อมูล
การทำประกันชีวิต		
การสมัครงาน		
อื่น ๆ		



สแกนเพื่ออ่านเพิ่มเติม

สิทธิมนุษยชน

เรื่องที่ 3 ปฏิญญาสากลว่าด้วยพันธูกรรมมนุษย์และสิทธิมนุษยชน

5. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมในสถานการณ์ต่าง ๆ และแนวปฏิบัติในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลทางพันธุกรรมเพื่อป้องกันผลกระทบด้านลบที่จะเกิดกับตนเอง

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินการรู้พันธุศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสังคม เรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

การตระหนักรู้

นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์

2 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องครบถ้วนตามแนวคำตอบ

1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
1) เทคนิค อิเล็กโทรโฟรีซิส	2	เทคนิคที่ใช้แยกโมเลกุลของ DNA ที่มีขนาดประจุและรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันในสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลาง
	1	เทคนิคที่ใช้แยกโมเลกุลของ DNA
	0	- เมื่อไม่ตอบคำถาม - ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น - ตอบผิด
2) ลำดับนิวคลีโอไทด์	2	1) หน่วยย่อยของดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ประกอบไปด้วย น้ำตาลเพนโทส ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส 2) เป็นชุดของอักษรที่แทนโครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure) ของโมเลกุลหรือสายดีเอ็นเอซึ่งมีความสามารถที่จะขนส่งข้อมูลทางพันธุกรรม
	1	ตอบครอบคลุมประเด็นข้างต้นแต่ยังขาดบางรายละเอียด
	0	- เมื่อไม่ตอบคำถาม - ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น - ตอบผิด

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
3) ดีเอ็นเอ เครื่องหมาย (DNA marker; M)	2	ชิ้นส่วนดีเอ็นเอสายสั้น ๆ ที่มีลำดับเบสสามารถเข้าคู่กับช่วงใดช่วงหนึ่งบนสายดีเอ็นเอ ทำให้ระบุตำแหน่งบนโครโมโซม และสามารถแยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเป้าหมายได้
	1	- สามารถระบุตำแหน่งบนโครโมโซมและสามารถแยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเป้าหมายได้ - ชิ้นส่วนดีเอ็นเอสายสั้น ๆ ที่มีลำดับเบสสามารถเข้าคู่กับช่วงใดช่วงหนึ่งบนสายดีเอ็นเอ
	0	- เมื่อไม่ตอบคำถาม - ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น หรือตอบผิด
4) พอลิอะครีลาไมด์เจล	2	1) อธิบายส่วนประกอบ: โพลีอะครีลาไมด์เจลเกิดจากการรวมตัวของอะครีลาไมด์และบิสอะครีลาไมด์โมเลกุลเดี่ยวมารวมกันเกิดเป็นโพลีเมอร์มีลักษณะเป็นร่างแห 2) อธิบายการใช้งาน: เหมาะสำหรับเป็นตัวกลางในการแยกโมเลกุลของโปรตีนและดีเอ็นเอ
	1	อธิบายประเด็นตามแนวคำตอบอย่างน้อย 1 ประเด็น
	0	- เมื่อไม่ตอบคำถาม - ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น - ตอบผิด
5) แอบบดีเอ็นเอ	2	- ลายพิมพ์ DNA ที่แสดงขนาดของ DNA จากเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส - แอบบที่แสดงระยะทางในการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น DNA ที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่ากับจุดเริ่มต้น
	1	- ลายพิมพ์ DNA ที่แสดงขนาดของ DNA หรือ - DNA ขนาดเล็กเคลื่อนที่เร็วกว่า DNA ขนาดใหญ่
	0	- เมื่อไม่ตอบคำถาม - ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น หรือ ตอบผิด

แปลผลคะแนนการตระหนักรู้ดังตาราง (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 4 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
5 – 6 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับปานกลาง
7 - 10 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

การใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้

จากข้อคำถาม “ 5. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมในสถานการณ์ต่าง ๆ และแนวปฏิบัติในกรณีที่เป็นผู้ให้ข้อมูลทางพันธุกรรมเพื่อป้องกันผลกระทบด้านลบที่จะเกิดกับตนเอง”

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
นักเรียนเขียนแสดง ความคิดเห็น เกี่ยวกับการให้ ข้อมูลทาง พันธุกรรมในทาง นิติวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติใน กรณีที่เป็นผู้ให้ ข้อมูลทาง พันธุกรรมเพื่อ ป้องกันผลกระทบ ด้านลบที่จะเกิดกับ ตนเอง	1. แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูล ทางพันธุกรรม ในสถานการณ์ 1 สถานการณ์	1. แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลทาง พันธุกรรมใน สถานการณ์ 1 สถานการณ์	1. แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูล ทางพันธุกรรม ในสถานการณ์ 2 สถานการณ์	1. แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลทาง พันธุกรรมใน สถานการณ์ 3 สถานการณ์
	2. แนวปฏิบัติ ในกรณีที่เป็น ผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	2. แนวปฏิบัติใน กรณีที่เป็นผู้ให้ ข้อมูลทาง พันธุกรรม เพื่อป้องกัน	2. แนวปฏิบัติ ในกรณีที่เป็น ผู้ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรม เพื่อป้องกัน	2. แนวปฏิบัติใน กรณีที่เป็นผู้ให้ ข้อมูลทาง พันธุกรรม เพื่อป้องกัน
		ผลกระทบด้าน ลบที่จะเกิดกับ	ผลกระทบด้าน ลบที่จะเกิดกับ	ผลกระทบด้าน ลบที่จะเกิดกับ

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
	เพื่อป้องกัน	ตนเองใน	ตนเองใน	ตนเองใน
	ผลกระทบด้าน	สถานการณ์	สถานการณ์	สถานการณ์
	ลบที่จะเกิดกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ
	ตนเองใน	ข้อมูลในข้อ 4.	ข้อมูลในข้อ 4.	ข้อมูลในข้อ 4.
	สถานการณ์	บางส่วน		
	ข้อมูลไม่			
	สอดคล้องกับ			
	ข้อ 4.			

แปลผลคะแนนการใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้ (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

ความรู้ในหลักการ

คำถามข้อ 3. จากสถานการณ์การข้างต้นหลักการหาขนาด DNA และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์มีอะไรบ้าง

3.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (1 คะแนน)

- ก. นำมาแยกขนาดภายใต้สนามไฟฟ้าโดยให้ DNA ผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น (agarose gel)
- ข. DNA ที่มีประจุบวกจะเคลื่อนเข้าหาขั้วลบ
- ค. โมเลกุล DNA ที่มีขนาดต่างกันนำมาแยกด้วยไอดีน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต
- ง. DNA ที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากมีมวลมากกว่า

คำตอบ ก.

3.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร (4 คะแนน)

ขั้นตอนเทคนิคเจลิเล็กโทรโฟรีซิส

ขั้นตอนการโหลดตัวอย่าง (2 คะแนน เมื่อตอบครอบคลุมประเด็นดังนี้)

1. นำแผ่นเจลวางบนบลิ๊กรันเจลโดยเอาส่วนที่ใส่ตัวอย่างอยู่ทางขั้วลบจากนั้นเทบัฟเฟอร์ให้ท่วมเจลขึ้นมาเล็กน้อย
2. จากนั้นนำตัวอย่างที่ต้องการรันเจลมาผสมกับ loading dye ให้เข้ากันผสมกันโดยใช้ไมโครปิเปต
3. ปลอ่ยตัวอย่างลงในหลุมเจลแต่ละหลุมที่เตรียมไว้ ปลอ่ยตัวอย่างลงในหลุมอย่างช้า ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจาย

ขั้นตอนการย้อมและถ่ายภาพเจล (1 คะแนน เมื่อตอบครอบคลุมประเด็นดังนี้)

1. ย้อมเจลด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ แล้วนำไปส่องด้วยแสง UV จะทำให้เห็นแถบ DNA ขนาดต่าง ๆ เนื่องจากเอธิเดียมโบรไมด์ที่จับกับ DNA จะเรืองแสงทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น
2. นำแถบเจลที่ย้อมสีแล้วเข้าเครื่อง gel Doc แล้วจะเห็นแถบขนาดของ DNA

ขั้นตอนการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ (1 คะแนน)

ศึกษาด้วยเครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ

*เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
การเขียนอธิบายหลักการหาขนาด DNA และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหา	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ถูกและผิดปะปนกัน	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ถูกต้องแต่ยังไม่ครบตามแนว	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหา
การเขียนอธิบายหลักการหาขนาด DNA และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหา	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ถูกและผิดปะปนกัน	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ถูกต้องแต่ยังไม่ครบตามแนว	- เขียนอธิบายขั้นตอนการหา

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
		แนวคำตอบ ข้างต้น หรือ - เขียนอธิบาย ขั้นตอนการหา ขนาดของ DNA และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ ถูกต้องเพียง เทคนิคเดียว		ลำดับนิวคลีโอ ไทด์ที่ครอบคลุม ถูกต้องตามแนว คำตอบข้างต้น

แปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
2 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
3 คะแนน	60 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
4 คะแนน	≥75% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
5 คะแนน	100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

เกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากการวิเคราะห์ใบกิจกรรม (คะแนนเต็ม 19 คะแนน)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1- 9 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
10 – 13 คะแนน	≥50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
14 – 19 คะแนน	≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับการรู้พันธุศาสตร์หรือไม่ โดยพิจารณาความหมายของการรู้พันธุศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในความหมาย และหลักการทางพันธุศาสตร์มีทักษะในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ หรือประเด็นที่เกี่ยวข้องมีความสามารถในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในสังคม

การรู้พันธุศาสตร์แบ่งเป็นระดับความรู้ 3 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

1. การตระหนักรู้ (awareness knowledge) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออกในการอธิบายความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์
2. วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ มีทักษะด้านการปฏิบัติ หรือมีความรู้เชิงกระบวนการ
3. ความรู้ในหลักการ (principles knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องทางพันธุศาสตร์ในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคม

ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับการรู้พันธุศาสตร์ในแต่ละระดับความรู้

คำถาม	ระดับความรู้	คะแนน			เสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 1 มะละกอแช่ดำด้านทานโรคจุดวงแหวน					
คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ข้างต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร					
คำถามข้อ 2 จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้ (ให้เขียนอธิบายคำศัพท์)	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)				
คำถามที่ 3 จากสถานการณ์การสร้างมะละกอ GMO จงอธิบายวัตถุประสงค์การสร้างมะละกอ GMO และขั้นตอนการสร้างด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)				
คำถามที่ 4 กรีนพีซมีมาตรการสั่งหยุดการทดลองมะละกอ GMO นี้เนื่องจากเกิดการแพร่กระจายออกไปภายนอกสถานีวิจัยทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจากข้อความข้างต้นมะละกอ GMO ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านใดบ้าง อย่างไร	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)				
คำถามข้อ 5 หากนักเรียนเป็นเกษตรกรที่ทำไร่มะละกออยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO แล้วทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอ GMO ต่อสังคมแต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่เพราะเหตุใด	วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)				

คำถาม	ระดับความรู้	คะแนน			เสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 2 การเปิดเผยข้อมูลในการสมัครงาน จากประเด็นภาพยนตร์ GATTACA					
คำถามที่ 1 จงพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม (ให้เขียนอธิบายคำศัพท์)	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)				
คำถามที่ 2 จากสถานการณ์การข้างต้น ตำรวจตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากรากเส้นผมด้วยการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์จึงทำให้ทราบข้อมูลในระดับพันธุกรรมว่าเป็นรากผมของคนพันธุ์ด้อย จากข้อความนี้จึงตอบคำถามต่อไปนี้ 2.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส 2.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)				
คำถามที่ 3 จากภาพยนตร์เรื่อง Gattaca ที่สะท้อนการแสดงตัวตนของแต่ละบุคคล โดยเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมในการดำเนินชีวิต ส่งผลให้เกิดการแบ่งชนชั้นของผู้ที่มีพันธุ์เด่น และพันธุ์ด้อยทางสังคม เกิดความเหลื่อมล้ำทางพันธุกรรม นักเรียนคิดว่าการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมดังภาพยนตร์ เรื่อง Gattaca จะเกิดผลกระทบต่อตัวบุคคลในด้านบ้างอย่างไร จงอธิบาย	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)				

คำถาม	ระดับความรู้	คะแนน			เสนอแนะ
		1	0	-1	
<p>คำถามที่ 4 หากในอนาคตเทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงใบบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเหตุใดจึงอธิบายให้ละเอียดโดยใช้ผลกระทบการเปิดเผยข้อมูลจากข้อ 3. มาสนับสนุนด้วย และเขียนข้อเสนอแนะ</p>	<p>วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)</p>				
<p>สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน</p>					
<p>คำถามที่ 1 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม (ให้เขียนอธิบายคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นสถานการณ์)</p>	<p>การตระหนักรู้ (awareness knowledge)</p>				
<p>คำถามที่ 2 จากข่าว “แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน ในตัว...” มีวัตถุประสงค์การโคลนเพื่ออะไร และขั้นตอนการโคลนอย่างไร</p>	<p>ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)</p>				
<p>คำถามที่ 3 นักเรียนคิดว่าหากในอนาคตประเทศไทยยอมรับการโคลนมนุษย์ในกรณีต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดกระทบต่อด้านสุขภาพ กฎหมาย และศีลธรรม และจริยธรรมของสังคม อย่างไร</p>	<p>ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)</p>				

คำถาม	ระดับความรู้	คะแนน			เสนอแนะ
		1	0	-1	
คำถามที่ 4 จากผลกระทบของการโคลนมนุษย์ต่อต้านสุขภาพ และศีลธรรมและจริยธรรม ของสังคม นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการโคลนในมนุษย์ และหากนักเรียนมีส่วนในการออกเสียงเพื่อพิจารณาการร่างกฎหมายการโคลนในประเทศไทย นักเรียนจะสนับสนุน หรือคัดค้านการโคลนในมนุษย์ และเพราะเหตุใด (จงเขียนอธิบายอย่างละเอียด และสอดคล้องกับการสืบค้นในข้อ 4.)	วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์

ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1 มะละกอแขกดำต้านทานโรคจุดวงแหวน							
คำถามข้อ 2 จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้ (ให้เขียนอธิบายคำศัพท์)	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2.1 “มะละกอพันธุ์แขกดำ GMO” มีความหมายว่าอย่างไร		1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
2.2 จากข้อความ “กรมวิชาการเกษตรได้วิจัยพัฒนาพันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม” คำที่ขีดเส้นใต้มีความหมายว่าอย่างไร		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2.3 “...พันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม” ซึ่งเทคนิคพันธุวิศวกรรม นั้นจะเอนไซม์ประเภทหนึ่งชื่อว่า เอนไซม์ตัดจำเพาะ ให้นักเรียนอธิบายความหมายของเอนไซม์ตัดจำเพาะ		1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1 มะละกอแขกดำต้านทานโรคจุดวงแหวน							
2.4 นักวิจัยในสถาบันทดลองอธิบายว่า “ในขั้นตอนเทคนิคพันธุวิศวกรรมการสร้างมะละกอ GMO โดยนำเอาชิ้นของไวรัสเข้าไปใส่ในยีนมะละกอนั้นต้องใช้อยีนของไวรัสจำนวนมากจึงต้องอาศัยเทคนิคที่ชื่อว่า PCR เพื่อเพิ่มจำนวนยีนไวรัสให้มากตามต้องการ”	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2.5 ...เมื่อมีการตัดต่อพันธุกรรมไวรัสเข้าใส่ยีนของมะละกอ จะให้เกิดสายดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ของ DNA มะละกอ นักเรียนจงเขียนอธิบายความหมายของดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
คำถามที่ 3							
3.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการสร้างมะละกอ GMO	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1 มะละกอแขกดำต้านทานโรคจุดวงแหวน							
3.2 กระบวนการสร้างพีซีจีเอ็ม มีขั้นตอนดังนี้		0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
คำถามที่ 4 กรีนพีซมีมาตรการสั่งหยุดการทดลองมะละกอ GMO นี้เนื่องจากเกิดการแพร่กระจายออกไปภายนอกสถานีวิจัยทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจากข้อความข้างต้น มะละกอ GMO ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านใดบ้างอย่างไร	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
คำถามข้อ 5 หากนักเรียนเป็นเกษตรกรที่ทำไร่มะละกออยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO แล้วทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอ GMO ต่อสังคมแต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่เพราะเหตุใด	วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 2 การเปิดเผยข้อมูลในการสมัครงาน จากประเด็นภาพยนตร์ GATTACA							
คำถามที่ 1 จงพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
1.1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ คือ จากข้อความข้างต้น “...ตำรวจเร่งตรวจสอบหลักฐานอย่างละเอียดจนเจอเส้นผมของวินเซนท์ตกในที่เกิดเหตุ ตำรวจนำรากเส้นผมไปตรวจด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้พอลิอะครีลาไมด์เจลเป็นส่วนประกอบของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิสที่สามารถแยก DNA ออกเป็นขนาดต่าง ๆ ภายใต้อสนามไฟฟ้า พบว่าเมื่อเทียบแถบดีเอ็นเอจากรากเส้นผมกับดีเอ็นเอมาตรฐานเป็นของคนพันธุ้ด้อย...”		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
1.2 เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส คือ							
1.3 พอลิอะครีลาไมด์เจล คือ		1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 2 การเปิดเผยข้อมูลในการสมัครงาน จากประเด็นภาพยนตร์ GATTACA							
1.4 ดีเอ็นเอมาตรฐาน (DNA marker; M) คือ	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
1.5 แถบดีเอ็นเอ คือ		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
คำถามที่ 2 จากสถานการณ์ การข้างต้นตำรวจตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากรากเส้นผม ด้วยการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับ นิวคลีโอไทด์จึงทำให้ทราบข้อมูลในระดับพันธุกรรมว่าเป็นรากผมของคนพันธุ์ด้อย จากข้อความนี้จึงตอบคำถามต่อไปนี้							
2.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิคเจลิอิเล็กโทรโฟรีซิส	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร		0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
คำถามที่ 3 จากภาพยนตร์ เรื่อง Gattaca ที่สะท้อนการแสดงตัวตนของแต่ละบุคคล โดยเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม							
	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 2 การเปิดเผยข้อมูลในการสมัครงาน จากประเด็นภาพยนตร์ GATTACA							
ในการดำเนินชีวิต ส่งผลให้เกิดการแบ่งชนชั้นของผู้ที่มีพันธุเด่น และพันธุด้อยทางสังคม เกิดความเหลื่อมล้ำทางพันธุกรรม นักเรียนคิดว่า การเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม ดังภาพยนตร์ เรื่อง Gattaca จะเกิดผลกระทบต่อตัวบุคคล ในด้านบ้าง อย่างไร จงอธิบาย	ความรู้ในหลักการ (principles knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
คำถามที่ 4 หากในอนาคต เทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงใบบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเหตุใดด้วยการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงในบัตรประจำตัวประชาชนหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบายให้ละเอียดโดยใช้ผลกระทบการเปิดเผยข้อมูล จากข้อ 3. มาสนับสนุนด้วย และเขียนข้อเสนอแนะ							
	วิธีการใช้ความรู้ (how-to knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน							
คำถามที่ 1 จงอ่าน	การตระหนักรู้						
สถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบ	(awareness						
คำถาม (ให้เขียนอธิบาย	knowledge)						
คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ใน							
ประเด็นสถานการณ์)							
หากในอนาคตสังคมโลก							
ยอมรับและให้การโคลนมนุษย์							
ถูกกฎหมาย แต่ใช้เพื่อการ							
รักษาเท่านั้น หรือเรียกว่า การ							
บำบัดด้วยยีน รวมไปถึงการ							
แก้ไขจีโนมเพื่อการรักษาที่เป็น							
ที่ยอมรับด้วยในฐานะที่							
นักเรียนเป็นผู้เชี่ยวชาญและมี							
ความรู้เกี่ยวกับการโคลน							
นักเรียนจะอธิบายคำว่า “การ							
บำบัดด้วยยีน” “การแก้ไข							
จีโนม” ว่าอย่างไร							
1.1 การบำบัดด้วยยีน		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
หมายถึง							
1.2 การแก้ไขจีโนม มี		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
ความหมายและขั้นตอน							
อย่างไร							

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน							
1.3 ในขั้นตอนการโคลนจาก บทความข้างต้น “เด็ก หลอดแก้ว” มีความหมายว่า อย่างไร	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
หากในอนาคตเกิดการใช้ เทคนิคการโคลนในการ แสวงหาผลประโยชน์ส่วน บุคคล เช่น คลินิกรับทำเด็ก หลอดแก้วที่สามารถเลือก ลักษณะเด่นในในตัวทารกได้ ทุกลักษณะ นักเรียนคิดว่าการ กระทำในลักษณะนี้ขัดต่อหลัก จริยธรรมหรือไม่ แล้วหลัก จริยธรรมกล่าวไว้ว่าอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนอธิบาย ความหมายของ “ลักษณะ เด่น” และหลักของจริยธรรม)	การตระหนักรู้ (awareness knowledge)						
1.4 ลักษณะเด่น หมายถึง		0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
1.5 การกระทำดังกล่าวขัดต่อ หลักจริยธรรมหรือไม่อย่างไร จงอธิบาย - หลักจริยธรรมในทางชีววิทยา หรือ ชีวจริยธรรม หมายถึง		1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐอเมริกาสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน							
คำถามที่ 2 จากข่าว “แพทย์ สหรัฐอเมริกาสร้างเด็กหลอดแก้วราย แรกที่มี DNA ของคนสามคน ในตัว...” มีวัตถุประสงค์การ โคลนเพื่ออะไร และขั้นตอน การโคลนอย่างไร	ความรู้ใน หลักการ (principles knowledge)						
2.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของ การโคลนจากประเด็นข่าว ข้างต้น		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2.2 ขั้นตอนการโคลนทารก ข้างต้นมีขั้นตอนอย่างไร		1	1	1	3	1	สอดคล้อง
คำถามที่ 3 นักเรียนคิดว่าหาก ในอนาคตประเทศไทยยอมรับ การโคลนมนุษย์ในกรณีต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดกระทบ ต่อด้านสุขภาพ กฎหมาย และ ศีลธรรมและจริยธรรมของ สังคม อย่างไร	ความรู้ใน หลักการ (principles knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
คำถามที่ 4 จากผลกระทบ ของการโคลนมนุษย์ต่อด้าน สุขภาพ และศีลธรรมและ จริยธรรม ของสังคม นักเรียน เห็นด้วยหรือไม่	วิธีการใช้ ความรู้ (how-to knowledge)	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 19 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความรู้	คนที่			รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคน							
กับการโคลนนิ่งมนุษย์ และ							
หากนักเรียนมีส่วนในการออก							
เสียงเพื่อพิจารณาการร่าง							
กฎหมายการโคลนในประเทศ							
ไทย นักเรียนจะสนับสนุน หรือ							
คัดค้านการโคลนนิ่งมนุษย์							
และเพราะเหตุใด (จงเขียน							
อธิบายอย่างละเอียด และ							
สอดคล้องกับการสืบค้นในข้อ							
4.)							

ภาคผนวก ฉ แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1 มะละกอแขกดำต้านทานโรคจุดวงแหวน



ที่มา <http://www.greenpeace.org/seasia/ph/News/news-stories/clearing-the-farms-from-gp-pap/>

มะละกอเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตและให้ผลผลิตเร็ว สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย แต่ปัญหาการระบาดของโรคจุดวงแหวนที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2518 เป็นต้นมา ส่งผลให้เกษตรกรในภาคอีสาน ปลูกมะละกอได้ผลผลิตไม่เพียงพอสำหรับการบริโภค ขณะเดียวกันการระบาดของโรคจุดวงแหวน ได้ลุกลามไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2528 ระบาดรุนแรงในพื้นที่ปลูกมะละกอเพื่อการค้าในภาคกลาง เช่น จังหวัดราชบุรี นครปฐม

สาเหตุโรคจุดวงแหวน เกิดจากเชื้อไวรัส Papaya Ringspot Virus (PRVS) ทำให้มะละกอมีอาการใบเหลืองดำมีจุดวงแหวนที่ผล และหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตลดลงจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ และแพร่ระบาดโดยมีเพลี้ยอ่อนหลายชนิดเป็นพาหนะนำโรคแต่ไม่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์มะละกอที่เป็นที่นิยมไม่ว่าจะเป็นพันธุ์แขกนวลและแขกดำ ล้วนเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคทั้งสิ้น

กรมวิชาการเกษตรจึงได้วิจัยพัฒนาพันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมโดยนำยีนจากไวรัสมาใส่ในมะละกอเพื่อให้มะละกอต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน ทดลอง ณ สถานีทดลองพืชสวนขอนแก่น และสำเร็จ ในปี พ.ศ.2545 ได้พันธุ์แขกนวล GMO และพันธุ์แขกดำ GMO แต่เทคโนโลยีนี้ยังไม่ได้รับการยอมรับให้ปลูกในประเทศไทย

เนื่องจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสุขภาพ และอื่น ๆ จึงทำการปลูกเพื่อการวิจัยใน
สถานีทดลองเท่านั้น

ต่อมาในปี 2556 สหภาพยุโรปตรวจพบมะละกอ GMO ในบริเวณอื่นนอกสถานีทดลอง
มากกว่า 20 ครั้ง ทำให้สหภาพยุโรปห้ามนำมะละกอจากประเทศไทยเข้าสหภาพยุโรป จึงเป็น
สาเหตุที่ทำให้ต่างประเทศลดการสั่งซื้อจากไทยและโรงงานลดการสั่งซื้อมะละกอเข้าโรงงาน ต่อมา
กรีนพีซพบการปนเปื้อนจีเอ็มโอในเมล็ดพันธุ์จากสถานีวิจัยพืชสวนขอนแก่นทำให้สถานีดองหยุด
ขายเมล็ดและต้นอ่อนมะละกอ ทั้งยังต้องทำลายเมล็ด ต้นอ่อน ต้นมะละกอ และผลมะละกอทุกผล
ในสถานีวิจัยพืชสวน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน และกรีนพีซเรียกร้องให้รัฐบาลไทยหยุดการทดลอง
นับแต่บัดนี้ รัฐบาลต้องกำหนดข้อห้ามการทดลองจีเอ็มโอในไร่นาเปิดทั้งหมด รวมทั้งต้องเข้มงวด
กับพื้นที่ และสถานีดอง เพราะเกิดความกังวลที่จะเกิดการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม และความ
กังวลด้านต่าง ๆ

คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ข้างต้นปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

คำถามข้อ 2 จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 “มะละกอพันธุ์แขกดำ GMO” มีความหมายว่าอย่างไร

2.2 จากข้อความ “กรมวิชาการเกษตรได้วิจัยพัฒนาพันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้
เทคนิคพันธุวิศวกรรม” คำที่ขีดเส้นใต้มีความหมายว่าอย่างไร

2.3 “...พันธุ์มะละกอตัดต่อสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม” ซึ่งเทคนิคพันธุ
วิศวกรรมนั้นจะเอนไซม์ประเภทหนึ่งที่ชื่อว่า เอนไซม์ตัดจำเพาะ ให้นักเรียนอธิบายความหมายของ
เอนไซม์ตัดจำเพาะ

2.4 นักวิจัยในสถาบันทดลองอธิบายว่า “ในขั้นตอนเทคนิคพันธุวิศวกรรมการสร้าง
มะละกอ GMO โดยนำเอาชิ้นของไวรัสเข้าไปใส่ในยีนมะละกอนั้นต้องใช้ยีนของไวรัสจำนวนมาก
จึงต้องอาศัยเทคนิคที่ชื่อว่า PCR เพื่อเพิ่มจำนวนยีนไวรัสให้มากตามต้องการ” จากข้อความข้าง
นักเรียนคิดว่า “เทคนิค PCR มีความหมายว่าอย่างไร”

2.5 ...เมื่อมีการตัดต่อพันธุกรรมไวรัสเข้าไผ่ยืนของมะละกอ จะให้เกิดสายดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ ของ DNA มะละกอ นักเรียนจงเขียนอธิบายความหมายของดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

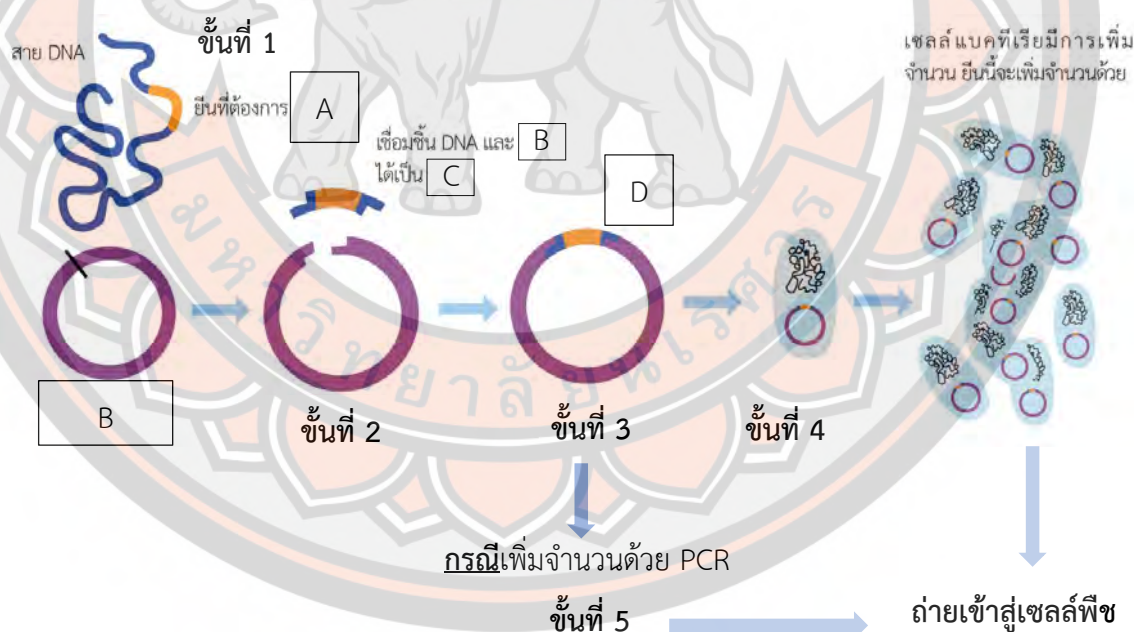
คำถามที่ 3

จากสถานการณ์การสร้างมะละกอ GMO จงอธิบายวัตถุประสงค์การสร้างมะละกอ GMO และขั้นตอนการสร้างด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม

3.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการสร้างมะละกอ GMO (1 คะแนน)

- ก. มะละกามีคุณลักษณะที่แตกต่างจากเดิม
- ข. มะละกอมีความสามารถต้านทานไวรัส PRVS
- ค. มะละกอสารอาหารทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและต้านทานโรคใบต่างวงแหวน
- ง. เพื่อเพิ่มแนวทางในการเลือกบริโภคของประชาชนและเพิ่มภูมิคุ้มกันไวรัสให้ผู้บริโภค

3.2 กระบวนการสร้างพีซีเจเอ็มมีขั้นตอนดังนี้ (จงเขียนคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง) (7 คะแนน)



- ขั้นที่ 1** เริ่มจากการตัดยีนจาก.....(A) ที่ต้องการศึกษาด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้วนำมาเชื่อมต่อกับ DNA พาหะหรือ.....(B)
- ขั้นที่ 2** เชื่อม DNA จาก.....(A) และ.....(B) ได้เป็น.....(C)
- ขั้นที่ 3** การเชื่อมสาย DNA ด้วย.....(D)
- ขั้นที่ 4** ถ่าย.....(C) เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียและคัดเลือกเซลล์ที่ต้องการ
- ขั้นที่ 5** การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR (4 คะแนน)

คำถามที่ 4 กรีนพีซมีมาตรการสั่งหยุดการทดลองมะละกอ GMO นี้เนื่องจากเกิดการแพร่กระจายออกไปภายนอกสถานีวิจัยทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต ก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจากข้อความข้างต้นมะละกอ GMO ก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านใดบ้าง อย่างไร (ให้เขียนผลกระทบอย่างน้อย 4 ด้าน)

ผลกระทบต่อสังคม	ผลดี	ผลเสีย

คำถามข้อ 5 หากนักเรียนเป็นเกษตรกรที่ทำไร่มะละกออยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO แล้วทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอ GMO ต่อสังคมแต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่ เพราะเหตุใด (ให้ใช้เหตุผลและผลกระทบจากคำถามข้อ 4. เป็นเหตุผลประกอบการตัดสินใจ)

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 การเปิดเผยข้อมูลในการสมัครงานจากประเด็นภาพยนตร์ Gattaca



ในยุคที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูง การเข้าถึงข้อมูลทางพันธุกรรมเป็นไปได้ง่ายและถูกใช้เพื่อระบุตัวตน และตัดสินบุคคลในสังคมมากขึ้น มีการแบ่งชนชั้นจากลักษณะทางพันธุกรรม เช่น ภาพยนตร์เรื่อง Gattaca ได้สะท้อนให้เห็นถึงความเหลื่อมล้ำทางลักษณะทางพันธุกรรมได้ชัดเจนวินเซนซ์ชายผู้มียีนด้อยทางพันธุกรรมเป็นยืนด้อยโดยกำเนิด เขาทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ของตนเองตั้งแต่วันที่เขาคลอด ความทันสมัยทางเทคโนโลยีนี้สามารถวิเคราะห์ และแสดงผลได้อย่างรวดเร็วแล้วถูกเก็บเป็นข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยไอดี ด้วยเหตุนี้พ่อและแม่ของเขาจึงวางแผนมีลูกอีกคน โดยทำการแก้ไขยืนด้อยแล้วใส่ยีนที่มีลักษณะเด่นลงไป ทำให้ได้ลูกที่มียืนเด่นทั้งร่างกาย ซึ่งต่างจากวินเซนซ์ เนื่องด้วยเขามีความหลงใหลเรื่องอวกาศจึงสมัครเข้าทำงานในบริษัท Gattaca ขั้นตอนการรับคนเข้าทำงานของบริษัทนี้จะต้องทำการตรวจสอบพันธุกรรมถึงระดับยืนด้วยเทคนิคการหาลำดับเบสก่อนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสมัครเข้าทำงาน ซึ่งบริษัทนี้จะพิจารณารับคนเข้าทำงานจากยืนเด่นเท่านั้น หากมียืนด้อย เช่น สายตาสั้น โรคหัวใจ และอื่น ๆ ก็จะไม่รับเข้าทำงาน เมื่อผ่านการวิเคราะห์ลำดับเบสพบว่าเขามียืนด้อยเป็นข้อมูลอยู่ในฐานระบบอยู่แล้วจึงไม่สามารถทำงานเป็นนักบินในบริษัท Gattaca ได้ และถูกจัดแจงให้ไปอยู่ห้องทำความสะอาด ไม่สามารถเลื่อนตำแหน่ง หรือทำงานในส่วนที่เขาใฝ่ฝันได้แม้ว่าเขาจะมีความสามารถโดดเด่นก็ตาม วิเซนซ์จึงทำการปลอมแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมของตนเองโดยใช้เลือด บัสสาวะ ของชายนักกีฬาที่ประสบอุบัติเหตุเป็นข้อมูลเพื่อสมัครเข้าทำงานตำแหน่งนักบินใน Gattaca ทำให้เขาผ่านการคัดเลือกแล้วทำงานในบริษัทนี้ได้แต่แล้ววันหนึ่งเกิดการฆาตกรรมในบริษัท ตำรวจเร่งตรวจสอบหลักฐานถึงในระดับเซลล์อย่างละเอียดจนเจอเส้นผมของวินเซนซ์ที่ตกอยู่ในที่เกิดเหตุ ตำรวจเร่งตรวจสอบหลักฐานอย่างละเอียดจนเจอเส้นผมของวินเซนซ์ตกในที่เกิดเหตุ ตำรวจนำรากเส้นผมไปตรวจด้วยเทคนิคเจลอิลเล็กโทรฟอริซิส ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้พอลิอะคริลาไมด์เจลเป็นส่วนประกอบของเครื่องอิเล็กโทรฟอริซิสที่สามารถแยก DNA ออกเป็นขนาดต่าง ๆ ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้า พบว่าเมื่อเทียบแถบดีเอ็นเอจากรากเส้นผมกับดีเอ็นเอมาตรฐานเป็นของคนพันธุด้อยทำให้วินเซนซ์หลบหนีการจับกุมแม้ว่าเขาไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้อง

คำถามที่ 1 จงพิจารณาข้อความดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

“วินเซนท์ชายผู้มีลักษณะทางพันธุกรรมเป็นยีนด้อยโดยกำเนิด เขาทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ของตนเองตั้งแต่วันที่เขาคลอด เขามียืนสายตาสั้น โรคหัวใจ และความผิดปกติอื่น ๆ” จงอธิบายคำที่ขีดเส้นใต้

1.1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ คือ

จากข้อความข้างต้น “...ตำรวจเร่งตรวจสอบหลักฐานอย่างละเอียดจนเจอเส้นผมของวินเซนท์ตกในที่เกิดเหตุ ตำรวจนำรากเส้นผมไปตรวจด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้พอลิอะคริลาไมด์เจลเป็นส่วนประกอบของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิสที่สามารถแยก DNA ออกเป็นขนาดต่าง ๆ ภายใต้สนามไฟฟ้า พบว่าเมื่อเทียบแถบดีเอ็นเอจากรากเส้นผมกับดีเอ็นเอมาตรฐานเป็นของคนพันธุด้อย...” คำที่ขีดเส้นใต้มีความหมายว่าอย่างไร

1.2 เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส คือ

1.3 พอลิอะคริลาไมด์เจล คือ

1.4 ดีเอ็นเอเครื่องหมาย (DNA marker; M) คือ

1.5 แถบดีเอ็นเอ คือ

คำถามที่ 2 จากสถานการณ์การข้างต้นตำรวจตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากรากเส้นผมด้วยการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์จึงทำให้ทราบข้อมูลในระดับพันธุกรรมว่าเป็นรากผมของคนพันธุ์ด้อย จากข้อความนี้จึงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

ก. นำ DNA จากรากเส้นผมมาแยกขนาดภายใต้สนามไฟฟ้าโดย DNA จะเคลื่อนผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น (agarose gel) จากขั้วลบไปขั้วบวก

ข. DNA จากรากเส้นผมที่มีประจุบวกจะเคลื่อนเข้าหาขั้วลบภายใต้สนามไฟฟ้า

ค. โมเลกุล DNA ที่มีขนาดต่างกันนำมาย้อมด้วยไอโอดีน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต

ง. DNA รากผมเมื่อเทียบกับ DNA มาตรฐานแล้วที่มีขนาดใหญ่จึงใช้หลักการนี้พิจารณาการเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้า DNA จากเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าเนื่องจากมีมวลมากกว่า

2.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร

➤ การหาขนาดของ DNA

ขั้นตอนการโหลดตัวอย่าง

.....

.....

ขั้นตอนการย้อมและถ่ายภาพเจล

.....

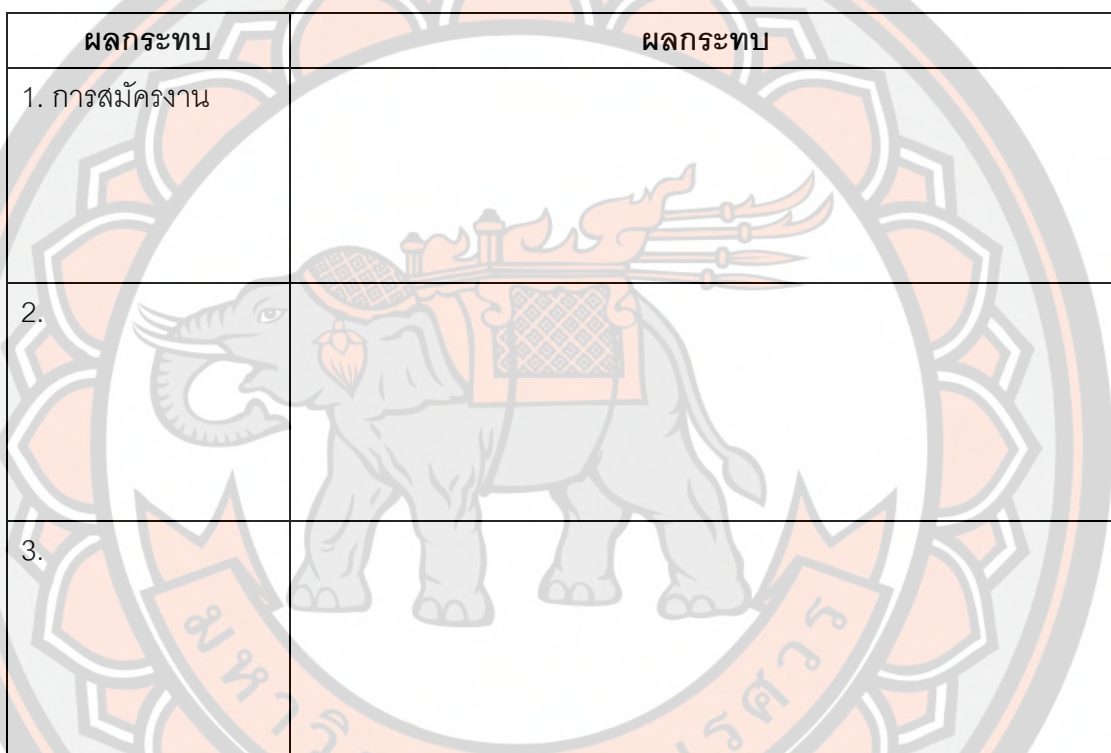
.....

➤ ขั้นตอนการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์

.....

.....

คำถามที่ 3 จากภาพยนตร์เรื่อง Gattaca ที่สะท้อนการแสดงตัวตนของแต่ละบุคคลโดยเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมในการดำเนินชีวิต ส่งผลให้เกิดการแบ่งชนชั้นของผู้ที่มีพันธุเด่น และพันธุด้อยทางสังคม เกิดความเหลื่อมล้ำทางพันธุกรรม นักเรียนคิดว่าการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมดังภาพยนตร์ เรื่อง Gattaca จะเกิดผลกระทบต่อตัวบุคคลในด้านบ้าง อย่างไร จงอธิบาย (เขียนอธิบายผลกระทบที่เกิด 3 ด้าน)

ผลกระทบ	ผลกระทบ
1. การสมัครงาน	
2.	
3.	

คำถามที่ 4 หากในอนาคตเทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงใบบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเหตุใดด้วยการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงใบบัตรประจำตัวประชาชนหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบายให้ละเอียดโดยใช้ผลกระทบการเปิดเผยข้อมูลจากข้อ 3. มาสนับสนุนด้วย และเขียนข้อเสนอแนะในการใช้ข้อมูลทางกรรมด้วย

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคนในตัว....



ที่มา : <https://www.posttoday.com/world/457192>

นายแพทย์จอห์น จาง ได้ทำการได้สร้างเด็กหลอดแก้วให้กับคู่สามีภรรยาชาวเจอร์แดน หลังจากการพยายามจะมีลูกและผ่านการแท้งไปถึง 4 ครั้ง ซึ่งการสร้างเด็กหลอดแก้วครั้งนี้ช่วยให้เด็กที่เกิดมาปลอดโรคทางพันธุกรรมที่มาจากพ่อแม่ด้วย โดยทำการตัดเอานิวเคลียสออกจากไข่ของแม่ และนำไปใส่แทนที่นิวเคลียสไข่ของผู้บริจาค ซึ่งจะช่วยให้เด็กที่เกิดขึ้นมานั้นปลอดจากโรคทางพันธุกรรมที่แม่มีในไข่ จากนั้นก็นำไข่ไปผสมกับสเปิร์มของผู้เป็นพ่อ เท่ากับว่าเด็กคนนี้มี DNA ของพ่อและแม่และบางส่วนของผู้ให้บริจาค คุณหมोजางกล่าวกับสำนักข่าว CBS ว่า “สิ่งนี้เป็นการปฏิวัติทางการแพทย์อย่างแท้จริง เพราะเป็นครั้งแรกที่มีการสร้างเด็กหลอดแก้วด้วยสเปิร์มจากคน 1 คน และไข่อีก 2 ใบ จากคน 2 คน ปัจจุบันเด็กน้อยมีสุขภาพแข็งแรงดี และไม่มีวิธีแหวว่าจะแสดงอาการของโรคแต่อย่างใด ซึ่งคุณหมोजางกล่าวว่ามีโอกาสน้อยกว่า 1% ที่จะเกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์ และเป็นโอกาสที่ต่ำเกินไปที่จะเกิดโรคได้”

จากบทความทำให้เกิดความกังวลของประชาชนทั่วไปมีทั้งฝ่ายที่เห็นด้วย และฝ่ายที่ต่อต้านด้วยเหตุผลทางจริยธรรม การรักษาโรค รวมไปถึงผลกระทบระยะยาวที่อาจจะเกิดขึ้นหากการโคลนมนุษย์ได้รับความนิยม และถูกกฎหมาย เช่นการโคลนเพื่อนำไปใช้เป็นอวัยวะเพื่อเปลี่ยนถ่ายโดยไม่คำนึงถึงความเป็นมนุษย์ด้วยกันอาจก่อให้เกิดการค้าขายอวัยวะอย่างผิดกฎหมายได้ หรือการโคลนเพื่อสืบพันธุ์อาจส่งผลเสียในอนาคตกับทารกที่ผ่านการโคลน เช่น อายุสั้น หรือลักษณะอื่น ๆ ที่ผิดปกติไป แต่หากพิจารณาวัตถุประสงค์ของการโคลนลักษณะการโคลนเพื่อการบำบัดรักษาที่มีประชาชนบางส่วนเห็นด้วยและสนับสนุนให้เกิดการรักษาในรูปแบบนี้ในอนาคต

คำถามที่ 1 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

หากในอนาคตสังคมโลกยอมรับและให้การโคลนมนุษย์ถูกกฎหมาย แต่ใช้เพื่อการรักษาเท่านั้น หรือเรียกว่า การบำบัดด้วยยีน รวมไปถึงการแก้ไขจีโนมเพื่อการรักษา ก็เป็นที่ยอมรับด้วย ในฐานะที่นักเรียนเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีความรู้เกี่ยวกับการโคลน นักเรียนจะอธิบายคำว่า “การบำบัดด้วยยีน” “การแก้ไขจีโนม” ว่าอย่างไร

1.1 การบำบัดด้วยยีน หมายถึง

.....

1.2 การแก้ไขจีโนม หมายถึง

.....

1.3 ในขั้นตอนการโคลนจากบทความข้างต้น “เด็กหลอดแก้ว” มีความหมายว่าอย่างไร

.....

หากในอนาคตเกิดการใช้เทคนิคการโคลนในการแสวงหาผลประโยชน์ส่วนบุคคล เช่น คลินิกรับทำเด็กหลอดแก้วที่สามารถเลือกลักษณะเด่นใส่ในตัวทารกได้ทุกลักษณะ นักเรียนคิดว่าการกระทำในลักษณะนี้ขัดต่อหลักจริยธรรมหรือไม่ แล้วหลักจริยธรรมกล่าวไว้ว่าอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของ “ลักษณะเด่น” และหลักของจริยธรรม)

1.4 ลักษณะเด่น หมายถึง

.....

1.5 การกระทำดังกล่าว

ขัดต่อหลักจริยธรรม

ไม่เกี่ยวข้องกับหลักจริยธรรม / ไม่ขัดต่อหลักจริยธรรม

อย่างไร จงอธิบาย

- หลักจริยธรรมในทางชีววิทยา หรือ ชีวจริยธรรม หมายถึง

.....

.....

- การกระทำดังกล่าวกับหลักชีวจริยธรรม

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 จากข่าว “แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคนในตัว...” มีวัตถุประสงค์การโคลนเพื่ออะไร และขั้นตอนการโคลนอย่างไร

2.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการโคลนจากประเด็นข่าวข้างต้น (1 คะแนน)

- ก. โคลนเพื่อสืบพันธุ์เนื่องจากพ่อแม่ของทารกไม่สามารถมีลูกด้วยวิธีธรรมชาติได้
- ข. โคลนเพื่อรักษาให้ลูกที่เกิดมาแล้วจากการติดเชื้อ HIV จากพ่อแม่
- ค. โคลนทารกเพื่อการผลิตวัคซีนต้านเชื้อ HIV ในเด็กแรกเกิด
- ง. โคลนทารกเพื่อใช้อวัยวะเพื่อเปลี่ยนถ่ายในอนาคต

2.2 ขั้นตอนการโคลนทารกข้างต้นมีขั้นตอนอย่างไร (4 คะแนน)

คำถามที่ 3 นักเรียนคิดว่าหากในอนาคตประเทศไทยยอมรับการโคลนมนุษย์ในกรณีต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดกระทบต่อด้านสุขภาพ กฎหมาย และศีลธรรมและจริยธรรมของสังคม อย่างไร

ผลกระทบต่อสังคม	ผลดี	ผลเสีย
ด้านสุขภาพ		
ด้านกฎหมาย		
ด้านศีลธรรมและจริยธรรม		

คำถามที่ 4 จากผลกระทบของการโคลนมนุษย์ต่อด้านสุขภาพ และศีลธรรมและจริยธรรมของสังคม นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการโคลนในมนุษย์ และหากนักเรียนมีส่วนในการออกเสียงเพื่อพิจารณาการร่างกฎหมายการโคลนในประเทศไทย นักเรียนจะสนับสนุน หรือคัดค้านการโคลนในมนุษย์ และเพราะเหตุใด (จงเขียนอธิบายอย่างละเอียด และสอดคล้องกับการสืบค้นในข้อ 3.)

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินการรู้พันธุศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามประเด็น
ทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน (มะละกอ GMO)

การตระหนักรู้

นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์

2 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องครบถ้วนตามแนวคำตอบ

1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
2.1 มะละกอ พันธุ์แขกดำ GMO	2	ความหมาย: มะละกอที่ผ่านการตัดต่อพันธุกรรมด้วยกระบวนการพันธุวิศวกรรม คุณสมบัติ: เพื่อให้มะละกอสามารถต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวน
	1	อธิบายความหมาย หรือคุณสมบัติ เพียงประเด็นเดียว
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
2.2 พันธุวิศวกรรม	2	- การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยการโยกย้ายถ่ายเทจีโนมของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดเข้าสู่พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อให้มีลักษณะตามต้องการ
	1	การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยการโยกย้ายถ่ายเทจีโนมของสิ่งมีชีวิต ให้มีลักษณะตามที่ต้องการ
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
2.3 เอนไซม์ตัดจำเพาะ	2	1) เอนไซม์ตัดดีเอ็นเอในตำแหน่งที่มีลำดับเบสจำเพาะ 2) ผลที่ได้: ได้ปลายดีเอ็นเอ 2 แบบ คือ ปลายเหนียว (sticky end) และปลายทู่ (blunt end)
	1	- อธิบายความหมายโดยไม่ยกตัวอย่าง

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
2.4 PCR	2	- เทคนิคสำหรับเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยอาศัยหลักการ DNA Replication ซึ่งเป็นการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอสายใหม่จากดี เอ็นเอต้นแบบในหลอดทดลองภายในระยะเวลาอันสั้นและได้ ดีเอ็นเอสายใหม่เกิดขึ้นจำนวนมาก - เทคนิคการเพิ่มปริมาณ DNA หรือสารพันธุกรรมให้มีจำนวน เพิ่มมากขึ้นจำนวนหลายล้านเท่า
	1	- เทคนิคสำหรับเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
2.5 สายดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	2	- โมเลกุลดีเอ็นเอที่เกิดจากการเชื่อมต่อของดีเอ็นเอที่มาจาก แหล่งที่แตกต่าง ใช้ในการสร้างพืชหรือสัตว์ที่มีการดัดแปร พันธุกรรมให้โปรตีนตามที่ต้องการ
	1	- อธิบายครอบคลุมแนวคำตอบแต่ยังขาดบางประเด็น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด

แปลผลคะแนนการตระหนักรู้ดังตาราง (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละ	แปลผล
0 – 4 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
5 – 6 คะแนน	50% - <70 % ของ คะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคย ระดับปานกลาง
7 - 10 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

การใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้

จากข้อคำถามข้อ 5 หากนักเรียนเป็นเกษตรกรที่ทำไมมะละกอยุ่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมะละกอ GMO แล้วทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทดลองนี้ และทราบถึงผลกระทบในแต่ละด้านของมะละกอ GMO ต่อสังคมแต่ละด้าน นักเรียนจะตัดสินใจเลือกใช้มะละกอ GMO หรือไม่เพราะเหตุใด (ให้ใช้เหตุผลและผลกระทบจากคำถามข้อ 4. เป็นเหตุผลประกอบการตัดสินใจ)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
อธิบายเหตุผล การเลือกใช้ มะละกอ GMO ในมุมมอง เกษตรกร หลังจากการ วิเคราะห์ ผลกระทบในแต่ละ ด้านของ มะละกอ GMO	1) เขียนอธิบาย เหตุการณ์ เลือกใช้มะละกอ GMO ได้ สอดคล้องกับ การให้เหตุผล เกี่ยวกับ ผลกระทบ	1) เขียนอธิบาย เหตุการณ์ เลือกใช้มะละกอ GMO ได้ ถูกต้อง บางส่วน และ สอดคล้องกับการ ให้เหตุผลเกี่ยวกับ ให้เหตุผลเกี่ยวกับ ผลกระทบจาก คำถามข้อ 4	1) เขียนอธิบาย เหตุการณ์ เลือกใช้มะละกอ GMO ได้ ถูกต้อง และสอดคล้องกับ การให้เหตุผล เกี่ยวกับผลกระทบ จากคำถามข้อ 4	1) เขียนอธิบาย เหตุการณ์เลือกใช้ มะละกอ GMO ได้ ถูกต้องและ สอดคล้องกับการให้ เหตุผลเกี่ยวกับ ผลกระทบจาก คำถามข้อ 4
	2) เขียนเหตุผลที่ ใช้สนับสนุนโดย อธิบาย ผลกระทบครบ ทั้ง 1 ด้าน	คำถามข้อ 4 2) เขียนเหตุผลที่ ใช้สนับสนุนโดย อธิบายผลกระทบ ครบทั้ง 2 ด้าน	2) เขียนเหตุผลที่ ใช้สนับสนุนโดย อธิบายผลกระทบ ครบทั้ง 3 ด้าน	2) เขียนเหตุผลที่ใช้ สนับสนุนโดย อธิบายผลกระทบ ครบทั้ง 4 ด้าน คือ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การเกษตร สุขภาพ

แปลผลคะแนนการใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้ (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

ความรู้ในหลักการ

จากคำถามข้อที่ 3 “จากสถานการณ์การสร้างพืชจีเอ็มมีวัตถุประสงค์และขั้นตอนการสร้างอย่างไร”

3. จากสถานการณ์การสร้างพืชจีเอ็มมีวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการสร้างอย่างไร

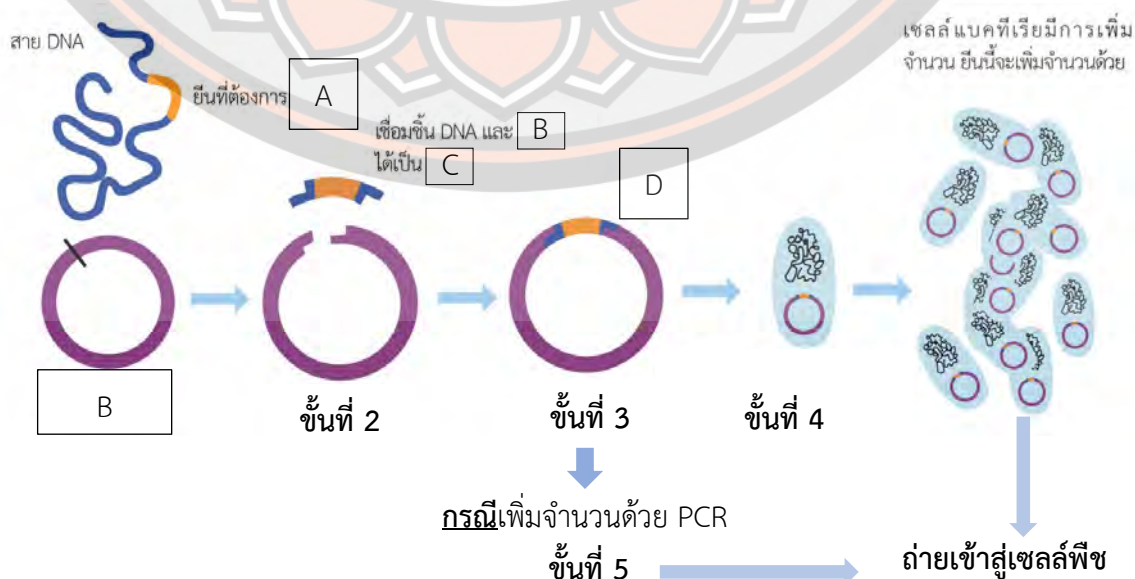
3.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการสร้างมะละกอ GMO (1 คะแนน)

- ก. มะละกามีคุณลักษณะที่แตกต่างจากเดิม
- ข. มะละกอมีความสามารถต้านทานไวรัส PRVS
- ค. มะละกอสารอาหารทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและต้านทานโรคใบด่างวงแหวน
- ง. เพื่อเพิ่มแนวทางในการเลือกบริโภคของประชาชนและเพิ่มภูมิคุ้มกันไวรัสให้ผู้บริโภค

คำตอบ ข้อ ข. มะละกอมีความสามารถต้านทานไวรัส PRVS

3.2 กระบวนการสร้างมะละกอ GMO มีขั้นตอนดังนี้ (จงเขียนคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง)

(7 คะแนน)



ขั้นที่ 1 เริ่มจากการตัดยีนจาก.....ไวรัส PRVS....(A) ที่ต้องการศึกษาด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้วนำมาเชื่อมต่อกับ DNA พาหะหรือ...พลาสมิด... (B)

ขั้นที่ 2 เชื่อม DNA จาก...ไวรัส PRVS...(A) และ...พลาสมิด...(B) ได้เป็น...ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์... (C)

ขั้นที่ 3 การเชื่อมสาย DNA ด้วย...เอนไซม์ไลเกส...(D)

ขั้นที่ 4 ถ่าย...ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์...(C) เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียและคัดเลือกเซลล์ที่ต้องการ

ขั้นที่ 5 การเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR (4 คะแนน)

คำตอบ 1. Denaturing คือ เป็นขั้นตอนที่ดีเอ็นเอต้นแบบถูกทำให้แยกออกจากกันเป็นสายเดี่ยว 2 สาย เพื่อเปิดโอกาสให้ไพรเมอร์เข้าไปจับกับบริเวณที่ต้องการเพิ่มปริมาณบนสายดีเอ็นเอต้นแบบ อุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 90-95 องศาเซลเซียส

2. Annealing คือ เป็นขั้นตอนการลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ และใส่ไพรเมอร์ (Primer, short DNA) ลงไปในระบบเพื่อให้เกิดการเกาะแบบเข้าคู่กันของเบส (Complementary base pair) ระหว่างไพรเมอร์(Primer) กับ Template DNA โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 37-60 องศาเซลเซียส

3. Extension คือ เป็นขั้นตอนการ ใส่ DNA polymerase ลงไปในระบบ เพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA) สายใหม่ หรือ เพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอ (DNA) ให้มากขึ้น โดยอุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 72-75 องศาเซลเซียส

* โดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
เขียนอธิบายขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR	- เขียนอธิบายขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR เพียง 1 ขั้นตอน และอธิบายไม่ถูกต้อง หรือ	- เขียนอธิบายขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR เพียง 2 ขั้นตอน แต่อธิบายรายละเอียดถูกต้อง	- เขียนอธิบายขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR ครบ 3 ขั้นตอน แต่อธิบายเนื้อหาถูกต้องและไม่ถูกปะปนกัน	- เขียนอธิบายขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR ครบทั้ง 3 ขั้นตอน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
	หรือ			
	- เขียนอธิบาย ขั้นตอนการเพิ่ม จำนวน DNA ด้วย เทคนิค PCR เพียง 2 ขั้นตอน อธิบาย รายละเอียด ถูกต้องและไม่ ถูกต้องปะปนกัน			

แปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
1 – 5 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
6 – 8 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
9 – 10 คะแนน	≥75% - 80% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
11 - 12 คะแนน	≥90% - 100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

เกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 26 คะแนน)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1- 12 คะแนน	ถ้าได้ <50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
13 – 18 คะแนน	ถ้าได้ 50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
19 -26 คะแนน	ถ้าได้ ≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

การตระหนักรู้

นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์

2 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องครบถ้วนตามแนวคำตอบ

1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
1) เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส	2	- เทคนิคที่ใช้แยกโมเลกุลของ DNA ที่มีขนาดประจุและรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันในสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลาง - เทคนิคที่แยกสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่มีประจุ ภายใต้สนามไฟฟ้า โดยสารที่มีประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วตรงข้ามด้วยอัตราเร็วขึ้น อยู่กับขนาดของสารแต่ละชนิด
	1	- อธิบายขาดบางประเด็นจากความหมายข้างต้น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
2) ลำดับนิวคลีโอไทด์	2	1) หน่วยย่อยของดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ประกอบไปด้วย น้ำตาลเพนโทส ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส 2) เป็นชุดของอักษรที่แทนโครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure) ของโมเลกุลหรือสายดีเอ็นเอซึ่งมีความสามารถที่จะขนส่งข้อมูลทางพันธุกรรม
	1	ตอบครอบคลุมประเด็นข้างต้นแต่ยังขาดบางรายละเอียด
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
	2	- ชิ้นส่วนดีเอ็นเอสายสั้น ๆ ที่มีลำดับเบสสามารถเข้าคู่กับช่วงใดช่วงหนึ่งบนสายดีเอ็นเอ ทำให้ระบุตำแหน่งบน

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
3) ดีเอ็นเอ เครื่องหมาย (DNA marker; M)		โครโมโซมและสามารถแยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต เป้าหมายได้ - สามารถระบุตำแหน่งบนโครโมโซมและสามารถ แยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเป้าหมายได้ - ชิ้นส่วนดีเอ็นเอสายสั้น ๆ ที่ทราบขนาดแน่นอนใช้ เปรียบเทียบเพื่อบอกขนาดของ DNA ที่ศึกษาได้
	1	- ตอบครอบคลุมคำตอบข้างต้นแต่บางรายละเอียดยังไม่ ครบถ้วน
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
4) พอลิอะคริลาไมด์ เจล	2	1) ใช้เป็นตัวกลางในการแยกโมเลกุลของโปรตีนและดีเอ็น เอ 2) มีอำนาจจำแนกสูงกว่าอะกาโรสเจล เตรียมใน ห้องปฏิบัติการยาก เปราะ และแตกหักง่าย
	1	อธิบายประเด็นตามแนวคำตอบอย่างน้อย 1 ประเด็น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด
5) แอปดีเอ็นเอ	2	- ลายพิมพ์ DNA ที่แสดงขนาดของ DNA จากเทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส - แอปที่แสดงระยะทางในการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น DNA ที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ไกลใกล้กับจุดเริ่มต้น
	1	- ลายพิมพ์ DNA ที่แสดงขนาดของ DNA หรือ - DNA ขนาดเล็กเคลื่อนที่เร็วกว่า DNA ขนาดใหญ่
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ ข้างต้น/ ตอบผิด

แปลผลคะแนนการตระหนักรู้ดังตาราง (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 4 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
5 – 6 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับปานกลาง
7 - 10 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

การใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้

จากข้อคำถาม 4. หากในอนาคตเทคโนโลยีเกิดความก้าวหน้ามากขึ้น และมีการบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรมของบุคคลลงใบบัตรประชาชน เมื่อทำการสแกนก็สามารถทราบข้อมูลทางพันธุกรรมได้ทันที นักเรียนเหตุใดกับการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงในบัตรประจำตัวประชาชนหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบายให้ละเอียดโดยใช้ผลกระทบบการเปิดเผยข้อมูลจากข้อ 3. มาสนับสนุนด้วย และเขียนข้อเสนอแนะในการใช้ข้อมูลทางกรรมด้วย

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใส่ข้อมูลทางพันธุกรรมลงในบัตรประชาชน	1) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลทางพันธุกรรมใส่ลงในบัตรประชาชน	1) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลทางพันธุกรรมใส่ลงในบัตรประชาชน	รูปแบบที่ 1 1) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมใส่ลงในบัตรประชาชน	1) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การให้ข้อมูลทางพันธุกรรมใส่ลงในบัตรประชาชน
ในบัตรประจำตัว	○ เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย	○ เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย	บัตรประชาชน ○ เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย	○ เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย
เหตุผลการตัดสินใจอาศัย ผลกระทบบข้อ 3	2) เขียนอธิบาย เหตุผลการตัดสินใจอาศัย ผลกระทบบข้อ 3	2) เขียนอธิบาย เหตุผลการตัดสินใจอาศัย ผลกระทบบข้อ 3	2) เขียนอธิบาย เหตุผลการตัดสินใจโดยอาศัย ผลกระทบบข้อ 3	2) เขียนอธิบาย เหตุผลการตัดสินใจโดยอาศัย ผลกระทบบข้อ 3
ขาด 2 ด้าน	ขาด 1 ด้าน	ข้อ 3 ครบ 3 ด้าน	ครบ 3 ด้าน	ครบ 3 ด้าน

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
3) เขียนอธิบาย เหตุผลการเลือก เห็นด้วย/ไม่เห็น ด้วย ไม่สอดคล้อง กับข้อมูล สนับสนุน	3) เขียนอธิบาย เหตุผลการเลือก เห็นด้วย/ไม่เห็น ด้วย ไม่สอดคล้อง กับข้อมูล สนับสนุน	3) เขียนอธิบาย แนวคิดได้สอดคล้อง และเชื่อมโยงไปทิศ ในทิศทางเดียวกัน	3) เขียนอธิบาย แนวคิดได้สอดคล้อง และเชื่อมโยงไปทิศ ในทิศทางเดียวกัน	3) เขียนอธิบาย แนวคิดได้ สอดคล้องและ เชื่อมโยงไปทิศใน ทิศทางเดียวกัน
4) ไม่เขียน ข้อเสนอแนะใน การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	4) ไม่เขียน ข้อเสนอแนะใน การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	4) ไม่เขียน ข้อเสนอแนะในการ ใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	4) ไม่เขียน ข้อเสนอแนะในการ ใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	4) เขียน ข้อเสนอแนะใน การใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม
		1) แสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับการ ให้ข้อมูลทาง พันธุกรรมใส่ลงใน บัตรประชาชน ○ เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย	2) เขียนอธิบาย เหตุผลการตัดสินใจ โดยอาศัยผลกระทบ ข้อ 3 ขาด 1 ด้าน	
		3) เขียนอธิบาย แนวคิดได้สอดคล้อง และเชื่อมโยงไปทิศ ในทิศทางเดียวกัน	4) เขียน ข้อเสนอแนะในการ ใช้ข้อมูลทาง พันธุกรรม	

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน

1. แสดงความคิดเห็น (เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย) = 1 คะแนน
2. อธิบายเหตุผลสนับสนุน 2 – 3 เหตุผล = 2 คะแนน, 1 เหตุผล = 1 คะแนน
3. เสนอแนวทางการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม = 1 คะแนน

แปลผลคะแนนการใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้ (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

ความรู้ในหลักการ

คำถามข้อ 3.1 ข้อใดคือหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

ก. นำ DNA จากรากเส้นผมมาแยกขนาดภายใต้สนามไฟฟ้าโดย DNA จะเคลื่อนผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น (agarose gel) จากขั้วลบไปขั้วบวก

ข. DNA จากเส้นผมที่มีประจุบวกจะเคลื่อนเข้าหาขั้วลบภายใต้สนามไฟฟ้า

ค. โมเลกุล DNA ที่มีขนาดต่างกันนำมาย้อมด้วยไอโอดีน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้เมื่อได้รับแสงอัลตราไวโอเล็ต

ง. DNA รากผมเมื่อเทียบกับ DNA มาตรฐานแล้วที่มีขนาดใหญ่จึงใช้หลักการนี้พิจารณาการเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้า DNA จากเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าเนื่องจากมีมวลมากกว่า

คำตอบ ก. นำ DNA จากรากเส้นผมมาแยกขนาดภายใต้สนามไฟฟ้าโดย DNA จะเคลื่อนผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น (agarose gel) จากขั้วลบไปขั้วบวก

3.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างไร

- การหาขนาดของ DNA

ขั้นตอนการไหลคิ้วตัวอย่าง

คำตอบ 1. นำแผ่นเจลวางบนบลิ๊ตกรันเจลโดยเอาส่วนที่ใส่ตัวอย่างอยู่ทางขั้วลบจากนั้นเทบัพเฟอร์ให้ท่วมเจลขึ้นมาเล็กน้อย

2. จากนั้นนำตัวอย่างที่ต้องการรันเจลมาผสมกับ loading dye ให้เข้ากันผสมกันโดยใช้ไมโครปิเปต

3. ปล่อยตัวอย่างลงในหลุมเจลแต่ละหลุมที่เตรียมไว้ ปล่อยตัวอย่างลงหลุมอย่างช้า ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจาย

4. กดปุ่มเริ่มทำงานของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส ใช้เวลาประมาณ 40-45 นาที

ขั้นตอนการย้อมและถ่ายภาพเจล

คำตอบ 1. ย้อมเจลด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ แล้วนำไปส่องด้วยแสง UV จะทำให้เห็นแถบ DNA ขนาดต่าง ๆ เนื่องจากเอธิเดียมโบรไมด์ที่จับกับ DNA จะเรืองแสงทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น

2. นำแถบเจลที่ย้อมสีแล้วเข้าเครื่อง gel Doc แล้วจะเห็นแถบขนาดของ DNA
- ขั้นตอนการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์

คำตอบ ศึกษาด้วยเครื่องหาลำดับนิวคลีโอไทด์แบบอัตโนมัติ

*เกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
การเขียนอธิบาย	- เขียนอธิบาย	- เขียนอธิบาย	- เขียนอธิบาย	- เขียนอธิบาย
หลักการหาขนาดของ DNA และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ผิด	ขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ถูก	ขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์	ขั้นตอนการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่
		และผิดปะปนกัน	ถูกต้องแต่ยังไม่	ข้างต้น
		และยังไม่ครบตาม	ครบตามแนว	- เขียนอธิบาย
		แนวคำตอบ	คำตอบข้างต้น	ขั้นตอนการหา
		ข้างต้น		ลำดับ
				นิวคลีโอไทด์ที่
				ครอบคลุมถูกต้อง
				ตามแนวคำตอบ
				ข้างต้น

แปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
2 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
3 คะแนน	60 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
4 คะแนน	≥75% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
5 คะแนน	100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

เกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 19 คะแนน)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1- 9 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
10 – 13 คะแนน	≥50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
14 – 19 คะแนน	≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินการรู้พื้นฐานศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง การทำพันธุวิศวกรรมในสัตว์และประเด็นทางจริยธรรม

การตระหนักรู้

นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับสถานการณ์

2 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องครบถ้วนตามแนวคำตอบ

1 คะแนน เมื่อตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบ

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
1) การบำบัดด้วยยีน	2	- เทคโนโลยีชีวภาพ ที่บำบัดรักษาโรคที่เกิดจากความบกพร่องของยีนใดยีนหนึ่ง - โดยการใส่ยีนที่ทำงานได้ดีเข้าไปทดแทนหรือเสริมยีนที่บกพร่องในร่างกายของคนให้มีขั้นตอนหลักคือ นำยีนปกติถ่ายเข้าสู่ร่างกาย หรือเนื้อเยื่อที่บกพร่อง ยีนปกตินี้จะรวมกับจีโนมของเซลล์ เมื่อยีนแสดงออกก็จะสร้างโปรตีนที่ปกติหรือผลผลิตที่ต้องการ
	1	อธิบายครอบคลุมประเด็นข้างต้น 1 ประเด็น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
2) การแก้ไขจีโนม	2	คือ การปรับเปลี่ยน หรือแก้ไขสารพันธุกรรมที่อยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะที่ต้องการ
	1	การปรับเปลี่ยน หรือแก้ไขสารพันธุกรรมสิ่งมีชีวิต
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
3) เด็กหลอดแก้ว	2	1) เทคโนโลยีที่ช่วยในการปฏิสนธิระหว่างไข่และสเปิร์มที่ภายนอกร่างกาย
		2) อธิบายวัตถุประสงค์: เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาภาวะการมีบุตรยาก

คำศัพท์	คะแนน	ความหมาย
		3) อธิบายขั้นตอน: นำไข่ออกมาจากร่างกายของฝ่ายผู้หญิง และนำเอาสเปิร์มของฝ่ายผู้ชาย มาทำการปฏิสนธิกันภายในภาชนะบรรจุของเหลว เสร็จแล้วจึงนำไข่ที่มีการปฏิสนธิแล้ว หรือ ตัวอ่อนเอ็มบริโอ (Embryo) ใส่เข้าไปยังมดลูกของฝ่ายผู้หญิงเพื่อทำให้การตั้งครรภ์นั้นสมบูรณ์
	1	- เขียนอธิบาย 1- 2 ประเด็นจากแนวคำตอบข้างต้น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
4) ลักษณะเด่น	2	1) ลักษณะที่แสดงออกมาให้เห็นได้ในสภาพเฮเทอโรไซกัส แม้ว่าจะมีแอลลีลเด่นเพียงแอลลีลเดียว 2) ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่จะปรากฏออกมาอย่างเด่นชัดทุกรุ่น และถูกควบคุมโดยยีนเด่น (Dominant Gene)
	1	อธิบายตามแนวคำตอบ 1 ประเด็น
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด
5) หลักจริยธรรม หรือชีวจริยธรรม	2	การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้าย หรือทำอันตรายต่อสัตว์หรือมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย
	1	อธิบายไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ ขาดบางรายละเอียด
	0	เมื่อไม่ตอบคำถาม/ ตอบไม่ครอบคลุมตามแนวคำตอบข้างต้น/ ตอบผิด

แปลผลคะแนนการตระหนักรู้ดังตาราง (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับปานกลาง
4 - 5 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการตระหนักรู้ หรือมีความคุ้นเคยระดับสูง

การใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้

จากข้อคำถามข้อ 4 “จากผลกระทบของการโคลนมนุษย์ต่อด้านสุขภาพ และศีลธรรม และจริยธรรมของสังคม นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการโคลนในมนุษย์ และหากนักเรียนมีส่วนในการออกเสียงเพื่อพิจารณาการร่างกฎหมายการโคลนในประเทศไทย นักเรียนจะสนับสนุน หรือคัดค้านการโคลนในมนุษย์ และเพราะเหตุใด (จงเขียนอธิบายอย่างละเอียด และสอดคล้องกับการสืบค้นในข้อ 3.)”

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
เหตุผลในการเลือกตัดสินใจเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการโคลนในมนุษย์และการอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ	1) ไม่เลือกแสดงการตัดสินใจด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการโคลนในมนุษย์และสาเหตุผลการตัดสินใจโดยให้ข้อมูลผลกระทบจากข้อ 4 ถูกต้อง แต่อธิบายผลกระทบเพียงด้านเดียว	1) เลือกเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยด้วยหรือไม่เห็นด้วย 2) เขียนอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลผลกระทบจากข้อ 4 ถูกต้อง แต่ขาดผลกระทบ 2 ด้าน	1) เลือกเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยด้วยหรือไม่เห็นด้วย 2) เขียนอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลผลกระทบจากข้อ 4 ถูกต้อง แต่ขาดผลกระทบ 1 ด้าน 3) ให้เหตุผลสอดคล้องกับการตัดสินใจ	1) เลือกเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยด้วยหรือไม่เห็นด้วย 2) เขียนอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลผลกระทบจากข้อ 4 ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 3 ด้าน
	3) ให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับการตัดสินใจ	ค่อนข้างสอดคล้องกับการตัดสินใจ	3) ให้เหตุผลสอดคล้องกับการตัดสินใจ	1. ด้านสุขภาพ 2. กฎหมาย 3. ศีลธรรมและจริยธรรมของสังคม 3) เลือกตัดสินใจสอดคล้องกับการให้เหตุผล

แปลผลคะแนนการใช้ความรู้ / ทักษะการใช้ความรู้ (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
0 – 1 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับต่ำ
2 – 3 คะแนน	50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับปานกลาง
3 - 4 คะแนน	≥70% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูง

ความรู้ในหลักการ

จากข้อคำถามข้อ จากข่าว “แพทย์สหรัฐสร้างเด็กหลอดแก้วรายแรกที่มี DNA ของคนสามคนในตัว...” มีวัตถุประสงค์การโคลนเพื่ออะไร และขั้นตอนการโคลนอย่างไร

2.1 ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการโคลนจากประเด็นข่าวข้างต้น (1 คะแนน)

- ก. โคลนเพื่อสืบพันธุ์เนื่องจากพ่อแม่ของทารกไม่สามารถมีลูกด้วยวิธีธรรมชาติได้
- ข. โคลนเพื่อรักษาให้ลูกที่เกิดมาแล้วจากการติดเชื้อ HIV จากพ่อแม่
- ค. โคลนทารกเพื่อการผลิตวัคซีนต้านเชื้อ HIV ในเด็กแรกเกิด
- ง. โคลนทารกเพื่อให้อวัยวะเพื่อเปลี่ยนถ่ายในอนาคต

คำตอบ ก. โคลนเพื่อสืบพันธุ์เนื่องจากพ่อแม่ของทารกไม่สามารถมีลูกด้วยวิธีธรรมชาติได้

2.2 ขั้นตอนการโคลนทารกข้างต้นมีขั้นตอนอย่างไร (4 คะแนน)

คำตอบ 1. ตัดเอานิวเคลียสออกจากไข่ของแม่ของเด็ก

2. นำไปใส่แทนที่นิวเคลียสไข่ของผู้บริจาค (ซึ่งจะช่วยให้เด็กที่เกิดขึ้นมานั้นปลอดภัยจากโรคทางพันธุกรรมที่แม่มีในยีน)

3. นำไข่ไปผสมกับสเปิร์มของพ่อเด็ก

*เกณฑ์การประเมินดังตาราง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
เขียนอธิบาย	- เขียนอธิบาย	- เขียนอธิบายได้	- เขียนอธิบายได้	- เขียนอธิบายได้
ขั้นตอนการโคลน	ถูกต้องบาง	ถูกต้องแต่ขาด 1	ถูกต้องแต่ขาด 1	ถูกต้องครบคลุม
ทารกจาก	ประเด็นเพียง 1	ขั้นตอน	ขั้นตอน	ตามแนวคำตอบ
บทความ	ขั้นตอน	- ไม่ลำดับขั้นตอน	- ลำดับขั้นตอน	ทั้ง 3 ขั้นตอน
		ตามแนวคำตอบ	ถูกต้องตามแนวคำตอบ	

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
	- ไม่ลำดับ ขั้นตอนตามแนว คำตอบ			- ลำดับขั้นตอน ถูกต้องตามแนว คำตอบ

แปลผลคะแนนความรู้ในหลักการทางพันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คะแนนรวม	ร้อยละ	แปลผล
2 คะแนน	<50% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับต่ำ
3 คะแนน	60 % ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับกลาง
4 คะแนน	≥75% ของคะแนนเต็ม	มีความรู้ในหลักการระดับสูง
5 คะแนน	100% ของคะแนนเต็ม	มีทักษะการใช้ความรู้ระดับสูงสุด

เกณฑ์การจัดระดับการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนจากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้พันธุศาสตร์ (คะแนนเต็ม 19 คะแนน)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1- 9 คะแนน	ถ้าได้ <50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับต่ำ
10 – 13 คะแนน	ถ้าได้ ≥50% - <70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับปานกลาง
14 – 19 คะแนน	ถ้าได้ ≥ 70 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีการรู้พันธุศาสตร์ระดับสูง

ภาคผนวก ข แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

คาบที่..... เวลา..... น. วันที่..... เดือน..... พ.ศ.
รหัสวิชา ว30241 ชื่อรายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกการสะท้อน เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ขอให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนว่าเหมาะสมหรือไม่ ต่อการพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ รวมถึงการบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และเสนอแนวทางในการแก้ไขของแต่ละขั้น

ผู้ร่วมสังเกต

ครูสอนวิชาวิทยา

ผู้วิจัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

1.1 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการจัดการเรียนรู้

- ประเด็นปัญหาวิทยาศาสตร์และสังคม/สถานการณ์ที่ใช้

มีความน่าสนใจ

ปรับเปลี่ยน

- การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ

ปรับเปลี่ยน

○ สื่อที่ใช้

มีความน่าสนใจ/เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์
(การตระหนักรู้) โดยการอธิบายคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

ได้ ไม่ได้ อธิบายคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ
ประเด็นปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และสังคม

1.2 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ.....

1.3 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ.....

1.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสามมิติ

2.1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มิติที่ 1 เรียนรู้และทำความเข้าใจหลักการ
ทางพันธุศาสตร์

ได้ ไม่ได้ เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทางพันธุศาสตร์

○ รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

○ สื่อที่ใช้

เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

○ การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

2.2 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์
กับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

○ รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

○ สื่อที่ใช้

เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

○ การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม (ความรู้ในหลักการ)

ได้ ไม่ได้ เขียนอธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านต่าง ๆ

○ รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

○ สื่อที่ใช้

เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

○ การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคมด้านต่าง ๆ

ได้ ไม่ได้ สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ
สังคม ต่อสังคมด้านต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ.....

จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

3.1 ผู้วิจัยใช้การนำเสนอแนวการปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้ทาง
พันธุศาสตร์ (วิธีการใช้ความรู้) สร้างแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

ได้ ไม่ได้ เขียนอธิบายแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์และสังคม

จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ.....

จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนข้างต้นประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาการรู้
พันธุศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ซ ผลการดำเนินการวิจัยวงจรถักปฏิบัติที่ 1-3

ผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรถักปฏิบัติที่ 1

ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่อยู่นอกตำราเรียนได้ ไม่สามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์หรืออธิบายได้อย่างไม่สมบูรณ์แม้ว่าจะผ่านการเรียนในเรื่องเหล่านั้นมาแล้ว สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข่าวสารในปัจจุบันที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ได้บางส่วน เมื่อยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางพันธุศาสตร์แล้วให้นักเรียนเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ หรือขาดการรู้พันธุศาสตร์ การรู้พันธุศาสตร์เป็นการรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนและคนในสังคมจำเป็นต้องมีในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ในปัจจุบันเป็นไปอย่างรวดเร็วการไม่สามารถนำความรู้ทางพันธุศาสตร์เช่น เนื้อหาทางพันธุศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันนี้สอดคล้องกับผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ ที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยวัย 15 ปี ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมการรู้วิทยาศาสตร์ของ OECD ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนไทย ยังขาดการรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เรื่องเทคโนโลยีทาง DNA

ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นั้น อิงตามผลการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ปรึกษากับครูที่มีประสบการณ์สอนวิชาชีววิทยาถึงขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการสอน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการหาบริบทที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ที่เกี่ยวกับ เรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในการโคลน โดยได้ทำการเลือกบริบทที่เป็นประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสังคม ที่เกี่ยวข้องกับ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการเกษตร เรื่อง พืชตัดแปรพันธุกรรม (GMO)

และคิดสถานการณ์กับคำถามเพื่อนำมาใช้ในการสร้างใบกิจกรรมที่ 1 แล้วจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน เมื่อนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา จึงได้คำแนะนำว่าควรนำเสนอบริบทที่มีความใกล้เคียงกับนักเรียนและสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์ หลักการที่เกี่ยวข้องที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ทางพันธุศาสตร์ และให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจและแสดงความคิดเห็นในบริบทดังกล่าว

ไม่ได้บริบทที่ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ เช่น เนื้อหาข่าวที่เกี่ยวข้องกับการตัดแปรพันธุกรรมของพืช โดยใช้วิดีโอที่เกี่ยวกับการเสนอความคิดเห็นการสนับสนุนและการต่อต้านของนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทย และข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างพืชตัดแปรพันธุกรรมในสังคมไทยรวมถึงข้อกฎหมายเกี่ยวกับพืชตัดแปรพันธุกรรมในประเทศไทย ทั้งยังเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการการสร้างสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรม และเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน เช่น ใบกิจกรรมที่เกี่ยวกับแบบจำลองพลาสมิดของแบคทีเรียและแบบจำลองยีนที่ต้องการ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดเตรียมชุดอุปกรณ์การเรียนรู้เป็นจำนวน 6 ชุดให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม จำนวน 6 กลุ่ม

ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยวางแผนเก็บข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคน และชิ้นงานในการเขียนสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมในแต่ละแผน รวมถึงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาในโรงเรียน 2 ท่าน

ขั้นปฏิบัติ

ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน ในขั้นที่ 1 ขั้นการเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา ในวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 คาบเรียนที่ 1 เวลา 08.00 - 09.30 น. โดยการจัดการเรียนรู้จะมีครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาในโรงเรียนเข้าร่วมการสังเกตการสอนและสะท้อนผล 2 ท่าน ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตภาพข้าวโพดที่มีฉลาก GMO ติดอยู่และข้าวโพดที่ไม่มีฉลาก GMO จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของข้าวโพดและสังเกตฉลากที่ติดอยู่กับข้าวโพดครูเพิ่มเติมส่วนของความสำคัญของข้าวโพดกับบริบทของไทยเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของ

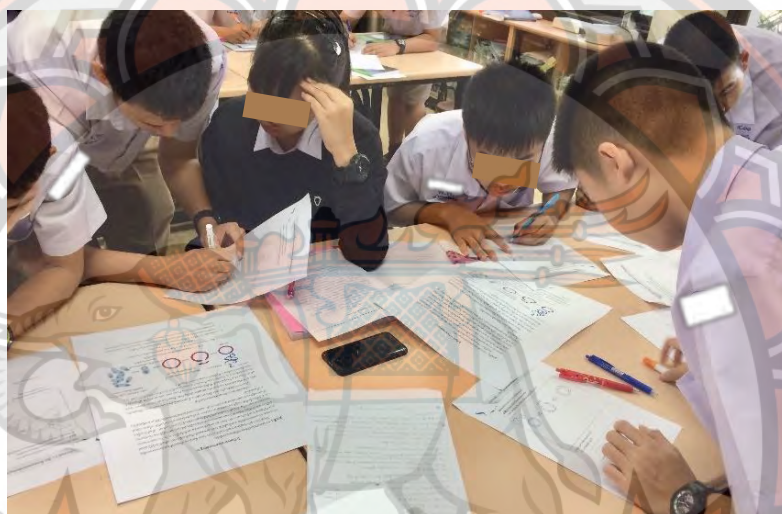
ข้าวโพดและเพื่อเชื่อมโยงเหตุผลในการนำข้าวโพดไปใช้ในการตัดแปรพันธุกรรม จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับลักษณะของข้าวโพดที่มีฉลากและไม่มีฉลาก GMO เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สังเกตและวิเคราะห์ข้อแตกต่างของลักษณะข้าวโพดทั้ง 2 ลักษณะ จากนั้นครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงความหมายของฉลาก GMO และครูเพิ่มเติมในส่วนของการติดฉลาก GMO ในประเทศไทยและต่างประเทศ เมื่อนักเรียนเกิดความคุ้นเคยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ข้าวโพด GMO ครูเปิดวิดีโอทัศนัย รายการต่างคนต่างคิด ตอน ฟืช GMO เสี่ยงแค่ไหนทำไมต้องต้าน? ตอน 1 4/12/58” เกี่ยวกับพืชที่มีการตัดแปรพันธุกรรมหรือพืชจีเอ็ม และความกังวลต่าง ๆ เกี่ยวกับการบริโภคพืชตัดแปร-พันธุกรรมของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นในสังคม ในระหว่างการศึกษาวิดีโอทัศนัยครูให้นักเรียนจดบันทึกถึงข้อดีและข้อเสียของการตัดแปรพันธุกรรมด้านการเกษตร หลังจากนั้นครูให้นักเรียนอ่านบทความ “สิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมและผลกระทบ” และอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการตัดแปรพันธุกรรมของพืชเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษามุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับการตัดแปรพันธุกรรมของพืช และใช้เป็นข้อมูลในการทำกิจกรรมขึ้นไปหลังจากนั้นครูถามคำถามเกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นคำศัพท์ที่พบในประเด็นปัญหาข้างต้น เช่น พืชจีเอ็ม ครูให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นความหมายร่วมกันภายในกลุ่ม จากนั้นอภิปรายร่วมกัน ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 60 นาที แต่เมื่อทำการจัดกิจกรรมจริง พบว่านักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมประมาณ 45 นาที ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นการตัดแปรพันธุกรรมของพืช หรือพืช GMO และสอบถามนักเรียนโดยใช้คำถามที่จะถามนักเรียนในขั้นที่ 2 เบื้องต้นเช่นนักเรียนคิดว่าความแตกต่างของลักษณะภายนอกของข้าวโพดที่มีฉลาก GMO และไม่มีฉลากส่งผลต่อการเลือก และจากภาพข้าวโพดทั้ง 2 แบบนักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดทำไมจึงมีการสร้างผลไม้ดังกล่าวให้มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงเกี่ยวกับหลักการที่จะเรียนในขั้นที่ 2 ต่อไปและเพื่อกระตุ้นความรู้เดิมของนักเรียนในการสร้างสิ่งมีชีวิตตัดแปรพันธุกรรมในด้านการเกษตร จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนในหนังสือเพื่อเตรียมตัวก่อนจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 ต่อไป



ภาพ 18 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 ศึกษาประเด็นปัญหาพืช GMO

ชั่วโมงที่ 2-3 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2562 คาบเรียนที่ 7-8 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ต่อในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ ในมิติที่ 1 เป็นการเรียนรู้และเข้าใจเทคนิคพันธุวิศวกรรมในการโคลนครูให้นักเรียนศึกษาการสร้างข้าวโพดที่มีผล GMO จากกิจกรรมฐานความรู้การสร้างพืช GMO โดยครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้แบ่งเป็นฐานจำนวนทั้งหมด 5 ฐาน ซึ่งเกี่ยวกับหลักการทางพันธุวิศวกรรม ก่อนเข้าสู่กิจกรรมครูถามคำถามเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหา ดังนี้ หากนักเรียนต้องการผลิตข้าวโพดที่มีผลผลิตในทุกฤดูกาลและมีลักษณะทนต่อศัตรูพืช นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์จะใช้เทคนิคใดในการสร้างข้าวโพดชนิดนี้ซึ่งนักเรียนจะได้แนวคำตอบจากชุดกิจกรรมนี้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การศึกษาตามฐานการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ฐานโดยทำการบันทึกลงในใบกิจกรรม ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้เป็นแบบตัวต่อครูให้นักเรียนทำการศึกษาหลักการในแต่ละฐานเป็นเวลา 10 นาที โดยจะต้องจดบันทึกขั้นตอนหลักการในแต่ละฐานนั้นรวมถึงคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อครบกำหนดเวลาให้นักเรียนนำข้อมูลในแต่ละฐานมาประกอบกันและอภิปรายร่วมกันถึงหลักการทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนในการสร้างพืช GMO รวมถึงศึกษาคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนด้วย ครูถามคำถามเกี่ยวกับหลักการในแต่ละฐานและอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษากิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียเกี่ยวกับการสร้างข้าวโพดวิธีด้วยแบบจำลองกระดาษโดยกิจกรรมนี้ นักเรียนศึกษาได้จากหนังสือเรียน ครูให้เวลานักเรียนศึกษาและอ่านกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียจากนั้นอธิบายขั้นตอนในการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียจากกระดาษร่วมกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียเป็นเวลา 15 นาที และสร้างเงื่อนไขหากกลุ่มไหนทำได้เสร็จก่อนครูทำการบวกระแนบความสามัคคีให้เพื่อให้นักเรียน

เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้น เมื่อนักเรียนพบกลุ่มทำกิจกรรมการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสติกของแบคทีเรียเสร็จเรียบร้อยแล้วครูถามคำถามท้ายกิจกรรมเพื่ออภิปรายผลการสร้าง DNA แบบต่าง ๆ และสรุปกิจกรรมร่วมกัน ครูเพิ่มเติมขั้นตอนการเพิ่มหรือการโคลน DNA ในรูปแบบของการใช้เทคนิค PCR ที่นอกเหนือจากการโคลนโดยใช้แบคทีเรีย



ภาพ 19 การแบ่งหน้าที่กันศึกษาหลักการทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ตามฐานการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ฐานและทำการบันทึกลงในใบกิจกรรม



ภาพ 20 การทำกิจกรรมการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์โดยใช้พลาสติกของแบคทีเรียเกี่ยวกับการสร้างข้าวโพดวิธีด้วยแบบจำลองกระดาษ

ในมิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุวิศวกรรมกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกี่ยวกับพืช GMO และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้พืช GMO ในสังคม ครูให้นักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับประเด็นการใช้ข้าวโพด BT ในสังคมไทย ครูเชื่อมโยงการใช้พืช GMO ประเภทต่าง ๆ และแนวปฏิบัติในการใช้พืช GMO ที่มีความเกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในสังคม และแนวโน้มการเลือกบริโภคพืช GMO ในสังคมไทย เพื่อให้นักเรียนเกิดความเชื่อมโยงเกี่ยวกับหลักการสร้างและประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม

ในมิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาพืช GMO ที่มีผลต่อสังคม เศรษฐกิจ การเกษตร สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ครูให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของพืช GMO โดยใช้ตัวอย่างประเด็นปัญหาของข้าวโพด BT จากใบกิจกรรมเรื่องพืชจีเอ็มที่ส่งผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจ สุขภาพ การเกษตร และสิ่งแวดล้อม ในขั้นตอนนี้ครูให้สมาชิกแต่ละคนแบ่งหน้าที่การศึกษาค้นคว้าผลกระทบในแต่ละด้านแล้วบันทึกผลการศึกษาลงในใบกิจกรรมเพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้แบบ 3 มิตินี้ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 120 นาที แต่เมื่อทำกิจกรรมจริง พบว่านักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรม ประมาณ 90 นาที ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอมุมมองความคิดเห็นและผลการสืบค้นกระทบของประเด็นปัญหาข้าวโพด BT จากใบกิจกรรมแลกเปลี่ยนกับเพื่อนต่างกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลาย จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานเพื่อสะท้อนผลการวิเคราะห์และนำเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการเลือกบริโภคหรือไม่บริโภคข้าวโพด BT ในระยะเวลาที่เหลือและกำหนดระบอบองค์ประกอบของชิ้นงาน รูปแบบของชิ้นงานเป็นหนังสือพิมพ์ รวมถึงกำหนดเกณฑ์คะแนนของชิ้นงานนี้ เพื่อนำมานำเสนอในชั่วโมงถัดไป

ชั่วโมงที่ 4 เป็นชั่วโมงในการสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดสรุปของกลุ่มตัวเองซึ่งในคาบเรียนนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมในช่วงพักกลางวัน เวลา 12.05 - 13.05 น. นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวความคิดผ่านชิ้นงาน และส่งชิ้นงานท้ายชั่วโมง ในขั้นที่ 3 ขั้นการสังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้วางแผนในการทำกิจกรรมเป็นเวลา 60 นาที เมื่อทำกิจกรรมในขั้นนี้จริงพบว่าใช้เวลาประมาณ 40 นาที

ขั้นสังเกต

จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยการใช้ประเด็นที่ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA ซึ่งประกอบไปด้วยการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ชั้น ผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน ได้ทำการสังเกตและ

บันทึกการสังเกตลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรมและการโคลน โดยแยกเป็นชั้นการจัดการเรียนรู้ พบว่า

ชั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของคุณ โดยผู้สะท้อนผลได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 สามารถแยกได้เป็น 3 ประเด็น คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุดเด่น

...ใช้วีดิทัศน์รายการโทรทัศน์ที่นำนักวิชาการที่สนับสนุนและคัดค้านมาทุกประเด็น เกี่ยวกับการใช้พืชตัดแปรพันธุกรรมทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ รู้สึกว่าการเรียนรู้มีความหมาย เพราะเป็นสถานการณ์ใกล้ตัว และครูสามารถลำดับขั้นตอนของหลักการพันธุวิศวกรรมและการโคลนจากกิจกรรมเด็กต่อตัวต่อเรื่องราวได้เป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

... ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่ใช้เป็นประเด็นที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน สามารถโยงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่นักเรียนรู้จักได้ดี ในการจัดการเรียนรู้มีการกระตุ้นนักเรียน จากการทำกิจกรรมที่มีความหลากหลายทำให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้และกระตือรือร้น การใช้สื่อ มีความหลากหลายเหมาะสมกับนักเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

... การใช้ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และการใช้ วีดิทัศน์ที่เป็นบทสนทนาเกี่ยวข้องกับมุมมองการสนับสนุนและคัดค้านการใช้พืชตัดแปรพันธุกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและให้ความเชื่อมั่นในแหล่งข่าวสารนั้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ในการจัดกิจกรรมได้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ผู้วิจัย ได้ทำการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำทางพันธุศาสตร์ เป็นการ

ส่งเสริมการตระหนักรู้ในระดับการรู้พันธุศาสตร์ ดั้งเดิมที่การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
ดังต่อไปนี้

...ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ โดยมีการอธิบายคำศัพท์ทางพันธุ
ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ในขั้นตอนที่ 1 นี้ นักเรียนได้เกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์ในการอธิบายคำศัพท์
ทางพันธุศาสตร์ร่วมกันภายในกลุ่มซึ่งเป็นการอธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสถานการณ์

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้อธิบายและอภิปรายคำศัพท์ร่วมกันทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับ
ประเด็นปัญหาและเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

จุดที่ควรพัฒนา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ผู้สะท้อนผลสังเกตการจัดการเรียนรู้ พบว่าระยะเวลา
ในการศึกษาชีวิตที่ศึ้นงานไป ควรตัดต่อคำพูดเพียงประเด็นที่สำคัญ รวมถึงควรเพิ่มเวลา
ในการศึกษาคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เพื่อให้นักเรียนเกิดความตระหนักรู้เกี่ยวกับ
ประเด็นปัญหามากขึ้น ดั้งเดิมที่การสะท้อนผลดังนี้

...ใช้เวลาในชีวิตที่ศึ้นงานไป อาจตัดต่อคำพูดของนักวิชาการ 2 ท่านที่ถกกัน
แบบกระชับเพื่อให้นักเรียนมองเห็นประเด็นที่เป็นปัญหาทั้งสองด้าน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาคำศัพท์เพื่อส่งเสริมการตระหนักรู้ของนักเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...เพิ่มระยะเวลาในการศึกษาคำศัพท์ของนักเรียนให้มากขึ้นเพิ่มขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่สนใจแล้วนำมาเสนอแลกเปลี่ยนกับเพื่อนต่างกลุ่มหรือภายในกลุ่ม รวมถึงการอภิปรายคำศัพท์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักรู้ควรให้นักเรียนลองสังเคราะห์ผ่านการอภิปรายประเด็นร่วมกัน ดั่งบันทึกการสะท้อนผล ดังนี้

...การส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับคำศัพท์ควรให้นักเรียนสรุปจากข่าวในประเด็นที่เป็นสถานการณ์และร่วมสรุปนิยามร่วมกัน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

...ให้นักเรียนไปสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและนำเสนอสิ่งมีชีวิตที่สนใจ

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 3 มิติในแต่ละมิติมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนี้

มิติที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ jigsaw ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่น คือ สื่อมีความหลากหลาย นักเรียนได้ฝึกการเป็นผู้นำตนเองและการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม โดยผู้สะท้อนผลได้บันทึกการสะท้อนผล ดังนี้

จุดเด่น

...สื่อหลากหลายทั้งหนังสือเรียน สื่อนำเสนอ

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...มีกิจกรรมที่หลากหลาย กระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง สื่อมีความถูกต้อง หลากหลาย และเหมาะสมกับนักเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...การให้นักเรียนทำกิจกรรมตัวต่อ (jigsaw) ทำให้นักเรียนได้เข้าใจหลักการร่วมกันก่อนลงมือปฏิบัติและส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

... ในการจัดกิจกรรมการใช้ภาษาที่มีความซับซ้อนสามารถดึงความสนใจของนักเรียนได้ตลอดเวลาหรือการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นขณะทำกิจกรรมได้ดี

... ใช้ใบกิจกรรมในกิจกรรมตัวต่อที่มีขนาดใหญ่กว่า A4 ทำให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนมากขึ้น สื่อและใบกิจกรรมมีจำนวนเพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน โดยนักเรียนได้สวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลอง DNA รีคอมบิแนนท์นี้เป็นกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการของพันธุวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมสามารถตรวจสอบความเข้าใจหลักการขั้นของนักเรียนได้ว่าเข้าใจหรือไม่เข้าใจ โดยผู้สะท้อนผลได้บันทึกการสะท้อนผล ดังนี้

...ใช้สถานการณ์จำลองและบทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ทดลองทำ DNA รีคอมบิแนนท์ ช่วยสร้างความเข้าใจหลักการขั้นตอนของพันธุวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี

...นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์โดยใช้การสุ่มเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ที่ทดลองจริง ๆ สามารถตรวจสอบความเข้าใจหลักการขั้นตอนของนักเรียนได้ว่าเข้าใจหรือไม่เข้าใจได้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...มีกิจกรรมที่หลากหลาย กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง

...สื่อมีความถูกต้อง เหมาะสมกับนักเรียน

...กิจกรรมทำให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และเกิดความสนุกสนานในการสวม
สาย DNA รีคอมบิแนนท์

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

จุดที่ควรพัฒนา

...ก่อนทำกิจกรรมอาจจะให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
วิธีการทำกิจกรรมมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมจากในหนังสือก่อนลงมือทำ

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์และสังคม ในมิติที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเชื่อมโยงประเด็นข่าวโพด BT จากประเด็น
ปัญหาข้างต้น และไปกิจกรรมเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับการสร้างข่าวโพด BT ได้ยีนที่ใช้ในการสร้าง
ข่าวโพด BT รวมไปถึงวัตถุประสงค์ในการสร้างข่าวโพด เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเชื่อมโยงแนวคิด
หลักการทางพันธุวิศวกรรมจากกิจกรรมในมิติที่ 1 กับประเด็นปัญหาข้างต้น ผู้สะท้อนผลได้บันทึก
การสะท้อนผล ดังนี้

จุดเด่น

...ใช้บทความที่เป็นประเด็นของพืชเศรษฐกิจคือข้าวโพด เป็นพืชใกล้ตัว ใช้เป็นบริบท
และเป็นอาหารสัตว์ มีข้อมูลทั้ง 2 ด้านให้นักเรียนได้วิเคราะห์

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...มีกิจกรรมที่หลากหลายกระตุ้นความสนใจนักเรียนได้ดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้ใบกิจกรรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้นักเรียนได้ศึกษาทำให้กระชับเวลา
และกระตุ้นนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

การจัดกิจกรรมในมิติที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงอธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมซึ่งเป็นการส่งเสริมความรู้ในหลักการในระดับของการรู้พันธุศาสตร์ โดยผู้สะท้อนผลได้บันทึกการสะท้อนผล ดังนี้

...นักเรียนได้อธิบายหลักการทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นปัญหาข้าวโพด BT

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้อธิบายหลักการเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมที่เชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาในชั้นที่ 1 ได้ดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...กิจกรรมในมิติที่ 2 นี้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้อธิบายเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม คือประเด็นข้าวโพด BT ได้อย่างเหมาะสม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...ให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อเชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์ร่วมกัน ภายหลังจากศึกษาใบกิจกรรมรายบุคคลแล้ว

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคม ด้านต่าง ๆ

กิจกรรมในมิติที่ 3 นี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาข้าวโพด BT ในด้านต่าง ๆ โดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่การศึกษามลกระทบของประเด็นปัญหาด้านต่าง ๆ แบ่งออกเป็น ด้านการเกษตร ด้านเศรษฐกิจ หน้าสุขภาพ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยกำหนดรูปแบบการสืบค้นให้นักเรียนสืบค้นผลกระทบทางด้านดีและผลกระทบด้านไม่ดีของประเด็นปัญหา ในมิติที่ 3 ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่น คือ นักเรียนได้สืบค้นผลกระทบและเข้าใจผลกระทบเกี่ยวกับประเด็นปัญหาหาด้วยตนเอง รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันภายในกลุ่มได้ดี ดังบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

จุดเด่น

...นักเรียนได้สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาด้วยตนเอง กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักเป็นผู้ฟังที่ดีเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นปัญหภายในกลุ่มร่วมกัน

...กำหนดระยะเวลาเพียงพอกับกิจกรรมการเรียนรู้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนได้เป็นผู้นำตัวเองในการสืบค้นและคัดกรองผลกระทบจากแหล่งเรียนรู้ในหลาย ๆ แหล่ง

...ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง เสริมทักษะการสืบค้นด้วยตนเอง รวมถึงได้ฝึกสะท้อนผลการทำกิจกรรมและเชื่อมโยงเข้ากับแนวคิดที่ได้เรียน และส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเพื่ออภิปรายผลกระทบของประเด็นปัญหาร่วมกัน

...ไปกิจกรรมในชั้นต่าง ๆ ข้างต้นนักเรียนสามารถนำมาศึกษาและเป็นแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมได้

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มการอภิปรายร่วมกันภายในห้องเรียนเกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นผลกระทบที่หลากหลายมากขึ้น โดยผู้สะท้อนผลได้บันทึกการสะท้อนผลตามประเด็นดังกล่าว ดังนี้

...การอภิปรายร่วมกันภายในห้องถึงผลกระทบของประเด็นปัญหาจะทำให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

...หลังจากนักเรียนได้สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาข่าวโศก BT ในด้านต่าง ๆ ภายในกลุ่มแล้วควรให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนต่างกลุ่ม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สังเคราะห์แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการเลือกบริโภคข้าวโพด BT ซึ่งนักเรียนจะร่วมกันสังเคราะห์แนวคิดโดยอาศัยเหตุผลจากการสืบค้นผลกระทบในด้านต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 ในมิติที่ 3 ในรูปแบบชิ้นงานหนังสือพิมพ์ โดยในรายละเอียดของชิ้นงานจะประกอบไปด้วย คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสถานการณ์ข้าวโพด BT หลักการสร้างข้าวโพด BT และแนวคิดในการเลือกปฏิบัติเกี่ยวกับข้าวโพด BT ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายแนวทางในการเลือกโดยใช้ผลกระทบด้านต่าง ๆ มาอธิบายสนับสนุนแนวการเลือกนั้น ๆ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ผู้สะท้อนผลได้บันทึกผลสะท้อน ดังต่อไปนี้

จุดเด่น

...กิจกรรมขั้นนี้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและเข้าใจผลกระทบของประเด็นปัญหาผ่านสื่อทำให้ชัดเจนมากขึ้น สามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมไปถึงสามารถวิเคราะห์การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์มาอธิบายว่าถูกต้องหรือไม่

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...กิจกรรมในขั้นนี้ นักเรียนได้รู้จักการนำเอาความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันในการอธิบาย จากตัวอย่างประเด็นสถานการณ์การตัดสินใจเลือกบริโภคข้าวโพด BT สามารถวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับหลักการทางพันธุวิศวกรรม และเหตุผลในการสนับสนุนการเลือกบริโภคหรือปฏิเสธการบริโภคโดยใช้เหตุผลจากการสืบค้นในขั้นที่ 2 ได้เป็นอย่างดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะ

...กำหนดระยะเวลาในการนำเสนอชิ้นงานสะท้อนแนวปฏิบัติให้กระชับ และส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน ซึ่งอาจเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอชิ้นงานเป็นการจัดแสดงชิ้นงานในชั้นเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

...เพิ่มเวลาในการทำชิ้นของเป็น 50 นาที

...ควรให้เวลานักเรียนในการอภิปรายร่วมกันเพิ่มขึ้นอาจจะใช้กระดาษสีแผ่นเล็กเป็นสื่อกลางการอภิปรายในเวลาที่จำกัด”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, 5 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นสะท้อนผล

ข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกต ซึ่งได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนวิชาชีววิทยาอีก 2 ท่าน สามารถสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แบ่งตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นปัญหา มีเป้าหมายในการเรียนรู้เนื่องจากประเด็นปัญหานั้นนำมาใช้เป็นประเด็นที่ใกล้ตัว ครูผู้สอนใช้สื่อได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นวีดิทัศน์รายการโทรทัศน์ที่น่านักวิชาการที่สนับสนุนและคัดค้านเกี่ยวกับประเด็นการใช้พืชตัดแปรพันธุกรรมที่มีความน่าเชื่อถือ รวมถึงบทความที่เขียนโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความเหมาะสมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้และกระตือรือร้นในการจัดกิจกรรมครั้งนี้ นอกจากนี้รูปแบบกิจกรรมยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นปัญหา แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ครูผู้สอนควรใช้เวลาในวีดิทัศน์ให้กระชับมากขึ้นหรืออาจตัดต่อคำพูดของนักวิชาการให้เกิดความกระชับเพื่อให้นักเรียนจะได้มองเห็นภาพในวงกว้างชัดขึ้น รวมไปถึงเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาคำศัพท์เพื่อส่งเสริมการตระหนักรู้ของนักเรียน และครูผู้สอนควรให้นักเรียนสรุปความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์จากประเด็นข่าวที่เป็นสถานการณ์และสรุปเป็นนิยามร่วมกันภายหลังหรือในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองไปสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต

ดัดแปรพันธุกรรมและนำเสนอสิ่งมีชีวิตที่กลุ่มตัวเองสนใจเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมครั้งนี้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 3 มิติ ดังต่อไปนี้

มิติที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและการโคลน

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูผู้สอนมีสื่อที่หลากหลายทั้งหนังสือเรียนและสื่อนำเสนอทำให้กระตุ้นนักเรียนได้เกิดการวิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง สื่อที่หลากหลายมีความถูกต้องเหมาะสมกับนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ jigsawทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจหลักการก่อนลงมือปฏิบัติจริงเกี่ยวกับเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในการโคลนรวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม การใช้ภาษาขึ้นลงสามารถดึงดูดความสนใจนักเรียนได้และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นขณะทำกิจกรรมได้เป็นอย่างดี การใช้บทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ทดลองทำ DNA รีคอมบิแนนท์ช่วยสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการทำพันธุวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจกระบวนการพันธุวิศวกรรมในการโคลนเป็นรูปธรรมมากขึ้น แต่ในขั้นตอนของกิจกรรมควรจะให้ นักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนการทำพันธุวิศวกรรมด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการทำมากขึ้นครูอาจคอยเสริมและถามคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการด้วยตนเองก่อน

มิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม

การจัดการเรียนรู้ในมิติที่ 2 นี้ ทำให้นักเรียนได้ศึกษาบทความที่เป็นประเด็นเกี่ยวกับพืชเศรษฐกิจคือข้าวโพดทำให้นักเรียนได้เกิดการวิเคราะห์และกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความอยากรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหามากขึ้น และการใช้ใบกิจกรรมเพิ่มเติมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการค้นคว้าและศึกษาซึ่งสอดคล้องกับประเด็นปัญหาได้เป็นอย่างดี รวมถึงนักเรียนได้รู้หลักการเกี่ยวกับกระบวนการสร้างข้าวโพด BT และสามารถเชื่อมโยงหลักการทางพันธุวิศวกรรมและการโคลนในมิติที่ 1 กับมิติที่สองได้เป็นอย่างดี

มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ต่อสังคม
ด้านต่าง ๆ

ในขั้นตอนจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สืบค้นผลกระทบปัญหาด้วยตนเองกิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนและเป็นผู้ฟังที่ตีรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่มและอภิปรายร่วมกัน ซึ่งการจัดกิจกรรมในขั้นนี้ครูควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้นำผลการสืบค้นมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม จากนั้นนำมาอภิปรายร่วมกันภายในห้องเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สืบค้นกับเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนออกมาเขียนผลกระทบทั้งข้อดีและข้อเสียบนกระดานหรือกระดาษที่ครูจัดให้ จากนั้นครูควรอธิบายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นผลกระทบในด้านต่าง ๆ ร่วมกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ในขั้นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบโดยสะท้อนผลออกมาในรูปแบบของสื่อนำเสนอเพื่อนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ซึ่งครูสามารถตรวจสอบชิ้นงานแล้วสะท้อนผลถึงความเข้าใจหลักการเกี่ยวกับประเด็นปัญหา คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง และการนำความรู้เกี่ยวกับบทเรียนไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในการเลือกตัดสินใจได้ จากการสังเกตการทำกิจกรรมในขั้นที่ 3 นี้พบว่านักเรียนเพียงเกิดความสงสัยในวัตถุประสงค์ของชิ้นงานที่ทำ ซึ่งครูควรแจ้แจงเกณฑ์การตัดสินชิ้นงานให้ชัดเจน และครอบคลุมมากขึ้น และการกำหนดรูปแบบของชิ้นงานทำให้เกิดความหลากหลายเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ครูควรให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานที่จะสะท้อนผลแนวและแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นปัญหาด้วยตนเอง

ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นวางแผน

สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ รวมถึงผู้วิจัยได้นำผลสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่วางไว้ซึ่งจะทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักการหาขนาด DNA โดยใช้ประเด็นสถานการณ์จากภาพยนตร์เกี่ยวกับคดีฆาตกรรม เรื่อง Murder on the Orient Express และทำการเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีทาง DNA ในทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (gel electrophoresis) ชุดกิจกรรมจำลองใช้เป็นการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการ

กระบวนการทำอิเล็กโทรโฟรีซิส และสังเกตการเคลื่อนที่ของตัวอย่างที่มีขั้วภายใต้สนามไฟฟ้า ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์ และสื่อการสอนสำหรับ สถานการณ์จำลองจำนวน 6 ชุด ได้แก่ อุปกรณ์การหาขนาด DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และเอกสารเกี่ยวกับพยานวัตถุที่ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันวิเคราะห์ภายในแฟ้มประวัติจะประกอบไปด้วยหลักการการศึกษาพยานวัตถุ วิธีการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

ส่วนการวางแผนในการจัดเก็บข้อมูลการวิจัยนั้น ผู้วิจัยและขอความอนุเคราะห์ จากครูพี่วิทยาจำนวน 2 ท่าน มาร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เพื่อทำการสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้

ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เกี่ยวกับการใช้ ประโยชน์ของเทคโนโลยีทาง DNA ด้านนิติวิทยาศาสตร์ โดยทำการจัดการเรียนรู้ใช้แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ในขั้นที่ 1 ขั้นการเผชิญหน้า กับประเด็นปัญหา วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562 คาบเรียนที่ 1 เวลา 08.00 - 09.30 น. ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้นำภาพยนตร์ที่เกี่ยวกับคดีฆาตกรรม เรื่อง Murder on the Orient Express มาใช้เป็นประเด็นหลักในการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้เพื่อเชื่อมโยงให้นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีทาง DNA ด้านนิติวิทยาศาสตร์และการสืบสวนทาง นิติวิทยาศาสตร์โดยใช้พยานวัตถุต่าง ๆ ในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยเปิดภาพยนตร์ให้นักเรียน ศึกษา เมื่อถึงช่วงการฆาตกรรมผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงประเด็นในการสืบสวนของนักสืบ หลักฐานที่จะใช้ในการสืบสวน จากนั้นครูแจกแฟ้มประวัติเกี่ยวกับสถานการณ์คดีฆาตกรรม ดังกล่าวให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์สิ่งที่สามารถนำมาศึกษาในทางนิติ วิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งในแฟ้มประวัติประกอบไปด้วยความหมายของพยานวัตถุทางนิติวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบสวน และข้อมูลของผู้ตายรวมถึงผู้ต้องสงสัย จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายถึงหลักฐานที่สามารถนำมาศึกษาต่อในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้เพื่อระบุตัวคนร้าย ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มลงความเห็นพยานวัตถุที่สามารถนำมาศึกษาต่อในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้ ในครั้งนี้คือตัวอย่างเลือดและเส้นผมที่มีรากผมติดอยู่ จากนั้นครูผูกสถานการณ์และใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไปโดยใช้คำถามว่าเทคนิคใดที่จะสามารถนำมาใช้และ ระบุคนร้ายจากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนสรุปและลงความเห็นพยานวัตถุที่สามารถนำมาศึกษา วิเคราะห์พยานวัตถุจากที่เกิดเหตุได้ คือเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ในขั้นที่ 1 การเผชิญหน้า

กับประเด็นปัญหาผู้วิจัยวางแผนเวลาในการจัดการเรียนรู้ 60 นาที ซึ่งจากการปรับปรุงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในการกระชับเวลาและเลือกประเด็นที่เฉพาะเจาะจงในการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ใช้เวลาเพียง 40 นาที ซึ่งในขั้นการจัดกิจกรรมครั้งนี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น ให้ความสนใจกับประเด็นปัญหา และมีส่วนร่วมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาภายในกลุ่ม เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ถูกปรับปรุงให้กระชับ และรัดกุมมากขึ้นจึงเหลือระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อเนื่องในขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ มิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาวิดีโอเกี่ยวกับเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งในวิดีโอจะอธิบายเกี่ยวกับหลักการการทำงานของเครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส และขั้นตอนการหาขนาดของ DNA เป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาไปกิจกรรมเกี่ยวกับหลักการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอเพิ่มเติม ทำยชั่วโมงผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อสรุปประเด็นหลักการของเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการเบื้องต้น

คาบที่ 7 - 8 วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2562 ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ต่อเนื่องในมิติที่ 1 ผู้วิจัยใช้คำถามทบทวนเกี่ยวกับหลักการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ จากนั้นผู้วิจัยอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ในชั่วโมงนี้ว่าจะทำการศึกษาหาขนาดของตัวอย่างโดยเชื่อมโยงสถานการณ์ประเด็นปัญหา สถานการณ์ในขั้นที่ 1 โดยการใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส แบบจำลองซึ่งอาศัยหลักการเดียวกันกับกระบวนการจริง แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์จึงไม่สามารถใช้อุปกรณ์จริงได้ ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนของการเตรียมวุ้นที่ใช้เป็นตัวกลางให้ตัวอย่างเคลื่อนที่ภายใต้สนามไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ในการศึกษาหาขนาดของตัวอย่างในครั้งนี้ และให้นักเรียนตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองให้ครบก่อนเริ่มทำการทดลอง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีอุปกรณ์หลายชิ้นที่นักเรียนยังไม่เคยใช้ ผู้วิจัยจึงสาธิตการใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นก่อนทำการทดลอง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามซึ่งพบว่านักเรียนเกิดความสนใจ และปฏิบัติตามอย่างกระตือรือร้นทำให้บรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้เป็นไปอย่างราบรื่นและสนุกสนาน จากนั้นผู้วิจัยสาธิตการโหลดตัวอย่างลงในหลุมของวุ้นที่เป็นตัวกลางในการแยกขนาดของตัวอย่างโดยใช้อุปกรณ์ ซี้ออโต้ปิเปต ในระหว่างสาธิตผู้วิจัยได้อธิบายข้อควรระวังในการโหลดตัวอย่าง หลังจากนั้นทำการต่อวงจรไฟฟ้าและข้อสังเกตในการต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อจบการสาธิตผู้วิจัยได้เดินสังเกตและตรวจสอบกระบวนการ

ทำการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ตรวจสอบปัญหาของแต่ละกลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในการสาธิตอย่างเคร่งครัด ผู้วิจัยบอกเงื่อนไขเพิ่มเติมในการทำการทดลองว่าหากทำการทดลองผิดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งนักเรียนจะไม่สามารถได้แถบ DNA ตามต้องการและจะไม่ได้ข้อมูลของผู้ต้องสงสัยดังกล่าวด้วย ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนทุกกลุ่มปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้องและได้แถบ DNA ตามตัวอย่างที่กำหนดครบถ้วน รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงทำการแยกแถบ DNA ที่ได้จากการหาขนาดด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และให้นักเรียนวิเคราะห์ ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมว่าในทางปฏิบัติโดยใช้เครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส (electrophoresis) ในห้องปฏิบัติการจริงจะต้องนำแผ่นวุ้นไปย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ก่อนแล้วนำไปส่องด้วยแสง UV จะทำให้เห็นแถบ DNA ขนาดต่าง ๆ เนื่องจากเอธิเดียมโบรไมด์ที่จับกับ DNA จะเรืองแสงทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น แต่ในการปฏิบัติการครั้งนี้เป็นเพียงชุดจำลองเท่านั้นจึงไม่มีขั้นตอนการนำสีย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์แถบ DNA ที่ได้จากกระบวนการหาขนาดของ DNA ข้างต้นและสรุปว่าผู้ต้องสงสัยทั้ง 5 คนใครคือคนร้ายตัวจริง ในกิจกรรมขั้นนี้ผู้วิจัยได้อธิบายกระบวนการได้มาของแถบ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ซ้ำ ๆ กันหรือ short tandem repeats (STR) ในแต่ละบุคคลและให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติม



ภาพ 21 การอธิบายกิจกรรมการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส



ภาพ 22 การทำกิจกรรมการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส จากชุดกิจกรรมจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม



ภาพ 23 การใช้อุปกรณ์ไหลตัวอย่างของนักเรียน



ภาพ 24 การทำงานของชุดอุปกรณ์ที่ต่อวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว



ภาพ 25 การเคลื่อนที่ของตัวอย่างเมื่อสิ้นสุดการทำงานแล้ว

ในคาบที่ 8 ผู้วิจัยทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในมิติที่ 2 เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดและหลักการการหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมถึงวิธีการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความจำเพาะในแต่ละบุคคลและใช้ระยะเวลาในการหาลำดับเพื่อแสดงข้อมูลทางพันธุกรรมได้รวดเร็วกว่าเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปตัวคนร้ายแถบ DNA ที่แจกให้แต่ละกลุ่มและวิเคราะห์แถบ DNA ต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งในมิติที่ 2 นี้ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาหาและเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบเกมส์จับคู่ความหมายของคำศัพท์ ให้นักเรียนช่วยกันทำเป็นกลุ่มและตอบคำถามร่วมกันจากนั้นครูและนักเรียนอธิบายความหมายของคำศัพท์ร่วมกัน

มิติที่ 3 อภิปรายผลกระทบของประเด็นปัญหาการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอในทางนิติวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ข้างต้น ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้สถานการณ์นักเรียนวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมจากกระบวนการสืบสวนในขั้นต้นพบว่าผู้เสียหายจากการตกเป็นผู้ต้องสงสัยและให้ข้อมูลทางพันธุกรรมมีกระบวนการสืบสวนสอบสวน ซึ่งผู้เสียหายได้ทำประกันมะเร็งไว้ หลังจากข้อมูลทางพันธุกรรมถูกเปิดเผยพบว่าของมีเงินที่เป็นมะเร็งทำให้บริษัทประกันมะเร็งยกเลิกสัญญาที่ทำไว้และสูญเสียเงินจำนวนหนึ่งเนื่องจากผิดข้อบังคับของบริษัทดังกล่าว ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นและเชื่อมโยงประเด็นปัญหาดังกล่าวให้นักเรียนหาทางออกเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและวิเคราะห์ผลกระทบ ปัญหาในการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมและให้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ

ประเด็นดังกล่าวจากใบกิจกรรมซึ่งจะมีข้อมูลเกี่ยวกับหลักสิทธิมนุษยชนในการเข้าถึงข้อมูลของบุคคลผ่าน QR Code ที่เป็นแหล่งข้อมูล ผู้วิจัยให้เวลานักเรียนในการอธิบายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและการหาทางออกในการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมรวมถึงผลกระทบที่เกิดจากประเด็นปัญหาดังกล่าว

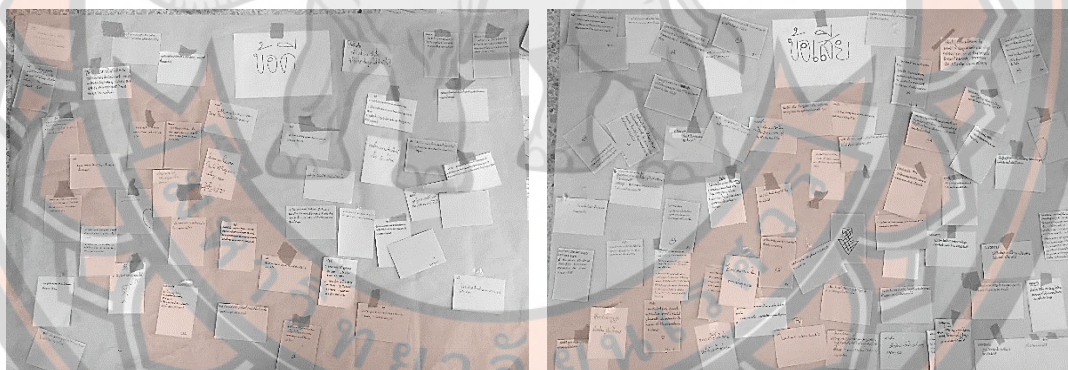
ชั่วโมงที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมในช่วงพักกลางวัน เวลา 12.05 - 13.05 น. นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวความคิดเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 มีแนวปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ศึกษาผ่านใบกิจกรรมข้างต้นและประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับหลักสิทธิมนุษยชนในการเข้าถึงข้อมูลของบุคคลรวมถึงแนวทางการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในประเด็นปัญหาดังกล่าว ซึ่งในขั้นที่ 3 นี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ตามผลสะท้อนของผู้สะท้อนผล โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อดีและข้อเสียรวมถึงแนวปฏิบัติในการใช้ข้อมูลและให้ข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านต่าง ๆ รวมถึงผลกระทบของการให้ข้อมูลทางพันธุกรรมที่ผ่านการวิเคราะห์จากหลักสิทธิมนุษยชนในใบกิจกรรมแล้ว ออกมาในรูปแบบของกระดาษสี ซึ่งผู้วิจัยได้เตรียมไว้ให้แต่ละกลุ่มมีสีประจำสี 1 สี จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนความคิดเห็นและแนวปฏิบัติโรงกระดาษที่แจกไว้แล้วนำมาติดที่กระดานหน้าชั้นเรียน เมื่อเห็นครบทุกกลุ่มแล้วให้แต่ละกลุ่มเดินบนอ่านความคิดเห็นของเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่างกลุ่ม จากการจัดกิจกรรมในรูปแบบนี้พบว่า นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน กับเพื่อนต่างกลุ่มมากขึ้นสังเกตจากการพูดคุยกันระหว่างอ่านความคิดเห็นของเพื่อนต่างกลุ่ม หลังจากนักเรียนได้อ่านแนวคิดของเพื่อนต่างกลุ่มแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนบันทึกแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าวลงในใบกิจกรรม จากนั้นมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสะท้อนผลเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม และแนวปฏิบัติหากนักเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว และหลักการที่ใช้ในการหาขนาด DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ตามประเด็นข้างต้น ครั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบชิ้นงานในการนำเสนอผลสะท้อนดังกล่าวอย่างอิสระ



ภาพ 26 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี – ข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม



ภาพ 27 การเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี (ซ้าย) และข้อเสีย (ขวา)ของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม

ชั้นสังเกต

จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA ด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วยการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ชั้น ผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่านได้ทำการสังเกตและบันทึกการสังเกตลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยสะท้อนผลแยกเป็นแต่ละชั้นการเรียนรู้ พบว่า

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สะท้อนผลได้ทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้และสามารถแยกได้เป็น 3 ประเด็นคือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุดเด่น

การใช้ประเด็นจากภาพยนตร์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและให้นักเรียนเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียนได้ ภาพยนตร์ที่ใช้มีความกระชับมากขึ้นและเชื่อมโยงเนื้อหาได้ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น

...การนำภาพยนตร์มาผูกเป็นสถานการณ์เรียนได้สวมบทบาทเป็นนักสืบ และมีแฟ้มคดีให้นักเรียนได้สืบเกี่ยวกับหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัว กระตือรือร้นในการหาตัวฆาตกรเพราะเหตุการณ์สามารถเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใช้ประเด็นที่มาจากภาพยนตร์ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยครูผู้สอนมีการปรับเนื้อหาให้กระชับและถูกต้อง ตรงบริบทกับความจริงมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใช้ภาพยนตร์นำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจดำเนินไปได้ด้วยดี สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาได้สมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจกระตือรือร้นในเนื้อหามากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม สวยงาม น่าสนใจ เรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นประเด็น เอกสารประกอบการสืบสวนมีความถูกต้องสมจริง ดังผลสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

...สื่อนำเสนอ (Power point) ทำได้สวยงาม น่าสนใจ เรียงเนื้อหาเป็นประเด็นดี

...แฟ้มประวัติการสอบสวน ทำคล้ายแฟ้มของจริง ทำให้ดูสมจริงมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...สื่อที่ใช้มีความเหมาะสมกับนักเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใช้ภาพยนตร์สืบสวนเป็นประเด็นได้น่าสนใจ เอกสารเพิ่มประวัติในการสืบสวนทำได้ออกคัล่องกับบทเรียน ประเด็น และเหมาะสมกับเวลา

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...ในการจัดการเรียนรู้อาจให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อตอบคำถามจากครูโดยนำคำตอบ การระดมความคิดเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทและนำไปแปะในกระดานรูป จะได้ทำกิจกรรมมีการ active มากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

...ควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนรวมกลุ่มกันแล้วอธิบายถึงข้อมูลในเอกสารเพิ่มประวัติ จากนั้นตั้งกติกาให้นักเรียนหาหลักฐานเพื่อให้เกิดความตื่นเต้นมากขึ้นทั้งได้สวมบทบาทเป็นนักสืบที่สมจริงมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

ในขั้นการจัดการเรียนรู้นี้ได้แบ่งออกเป็น 3 มิติซึ่งในแต่ละมิติมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ต่างกัน ดังนี้

มิติที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมแบบปฏิบัติการ การหาขนาดของ DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส โดยใช้ชุดการทดลองจำลอง ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังผลการสะท้อน ดังนี้

จุดเด่น

กิจกรรมมีความน่าสนใจ การได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส มากขึ้น นักเรียนเกิดความสนุกสนานกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ดังการสะท้อน ดังนี้

...กิจกรรมน่าสนใจ นักเรียนได้ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมและหลักการเบื้องต้นของการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ทำให้เด็กนักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...กิจกรรมมีความน่าสนใจ นักเรียนได้ปฏิบัติทำเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสจำลอง ครูได้สาธิตให้นักเรียนดูวิธีการหาขนาดของตัวอย่างโดยใช้เทคนิคนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนและทำได้ถูกวิธี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้กิจกรรมจำลองการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการ หลักการมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติรวมถึงได้เรียนรู้การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น ออกโต้ปีเปต การใช้อุปกรณ์ซึ่งต่าง ๆ

...นักเรียนเกิดความสนุกสนาน เกิดข้อสงสัยซึ่งสะท้อนได้ว่านักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมเป็นอย่างดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

กิจกรรมการเรียนรู้ในมิติที่ 1 นี้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการเทคนิคการหาขนาด DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้พื้นฐานศาสตร์ในระดับความรู้ในหลักการ ดังผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

... ได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการและการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ อนุภาคของดีเอ็นเอในตัวจากข้อสรุปไปยังข้อบกพร่องเหมือนกับของจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจเทคนิคการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้เป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการหาขนาด DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ กิจกรรม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้กิจกรรมการหาขนาดของตัวอย่างดี จากกิจกรรมการหาขนาดของ DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส แบบจำลองนี้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการหาขนาด DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ได้เป็นอย่างดีและเป็นกิจกรรมที่หาวัสดุได้ง่ายมีความน่าสนใจ

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...ผู้วิจัยอาจช่วยอภิปรายหลักการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์หลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถูกต้องมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...ให้เพิ่มการอภิปรายหลังการจัดการเรียนรู้อีกครั้งเพื่อให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

มิตีที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสังคม กิจกรรมในมิตีที่ 2 นี้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยง หลักการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสสำหรับการหาตัวมาตรจากประเด็นปัญหาข้างต้น จากกิจกรรมในมิตีที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแถบ DNA ที่เป็นผลจากการทำเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส และให้นักเรียนวิเคราะห์แถบ DNA ที่ได้และหาตัวมาตรตัวจริง จากนั้นศึกษาวิธีการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ซ้ำ ๆ หรือ STR ของแต่ละบุคคลที่ใช้ประโยชน์ในด้านนิติวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมต่อตัวบุคคลในการดำเนินชีวิตโดยให้ศึกษาเงื่อนไขการทำประกันมะเร็งโดยรูปแบบกิจกรรมจะให้นักเรียนแต่ละคนได้ศึกษาแล้วนำผลการศึกษามาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ในประเด็นปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญได้บันทึกการสะท้อนผลของกิจกรรม ดังนี้

การวิเคราะห์แถบ DNA ที่ได้จัดกิจกรรมการหาขนาดของ DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการหาขนาด DNA เพิ่มมากขึ้น จากบันทึกแบบสะท้อนผล ดังนี้

...นักเรียนได้ศึกษาแถบ DNA ทำให้เข้าใจกระบวนการหาขนาดของ DNA โดยเทคนิค เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

...ไปกิจกรรมมีความกระชับ และเหมาะสมกับเวลา และกระตุ้นนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้เอกสารเพิ่มเติมที่เป็นแถบ DNA ทำให้นักเรียนได้สวมบทบาทเป็นนักสืบสมจริง ทำให้เกิดความเข้าใจหลักการเพิ่มมากขึ้น และการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนภายหลังการศึกษา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการทางพันธุศาสตร์มากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแถบ DNA ที่ปรากฏได้ถูกต้อง สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจหลักการของการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ผ่านการเล่นเกมจับคู่คำศัพท์กับความหมาย ซึ่งเป็นการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ในระดับการตระหนักรู้ กิจกรรมนี้มีจุดเด่นคือสร้างความสนุกสนานและทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมากขึ้น นำผลการสะท้อน ดังนี้

...การเพิ่มเวลาในการศึกษาความหมายของคำศัพท์ก่อนเล่นเกมจับคู่คำศัพท์กับความหมายส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมากขึ้นและทำให้เกิดความสนุกสนานในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...เกมจับคู่คำศัพท์กับความหมายทำให้นักเรียนเข้าใจคำศัพท์ในบทเรียนมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

... นักเรียนเกิดความสนุกสนานและสามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ภายหลังการเล่นเกมได้

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

สื่อที่ใช้มีความหลากหลาย น่าสนใจ เหมาะสม มีความปลอดภัยและตรงตามเนื้อหาของบทเรียน ดังการบันทึกการสะท้อนผล ดังนี้

... ใช้สื่อหลาย ๆ สื่อประกอบการ ไม่ว่าจะป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมเจลิเด็กโทร-ฟอริซิส มีความเหมาะสม ในปลอดภัย

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

... สื่ออุปกรณ์เหมาะสมกับนักเรียนมาก มีการทำแบบจำลองของชุดเทคนิคเจลิเด็กโทร-ฟอริซิส ทำให้นักเรียนเกิด concept ในเรื่องนี้ได้ดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

... ใช้สื่อนำเสนอ (Power point) เพื่ออธิบายวิธีการศึกษาเทคนิคเจลิเด็กโทรฟอริซิส ทำให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนและกระชับเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้

... ใช้วีดิทัศน์อธิบายขั้นตอนของเทคนิคเจลิเด็กโทรฟอริซิส ในห้องปฏิบัติการทำให้นักเรียนเห็นกระบวนการหาขนาดของ DNA ที่ถูกต้อง ชัดเจนมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

มิติที่ 3 อภิปรายผลกระทบบของประเด็นปัญหาการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลิเด็กโทรฟอริซิส และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในสายดีเอ็นเอ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้ประเด็นศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทำทนายให้นักเรียนเชื่อมโยงสถานการณ์และวิเคราะห์แนวทางการปฏิบัติ โดยสถานการณ์จะเกี่ยวข้องกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมจากกระบวนการหาขนาดของ DNA และลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ส่งผลกระทบต่อในด้านต่าง ๆ ซึ่งประเด็นที่ผู้วิจัยใช้จะเกี่ยวข้องกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมแล้วส่งผลกระทบต่อการทำประกันมะเร็ง ซึ่งผู้ที่เปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมได้รับผลกระทบการเปิดเผยข้อมูลนั้น จากการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยและครูผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ ได้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

จุดเด่น

การใช้สถานการณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงให้เห็นถึงผลกระทบของการเปิดเผยข้อมูล ทำให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลอธิบายผลกระทบและเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากใช้เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำประกันมะเร็งที่เป็นจริง ดั้งเดิมที่การสะท้อนผล ดังนี้

...ผู้ใช้สถานการณ์เชื่อมโยงผลกระทบจากการตรวจเจอเอชไอวีที่มีผลต่อเงื่อนไขการทำประกันมะเร็ง ทำให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลอธิบายผลกระทบได้เป็นอย่างดี

...กำหนดระยะเวลาของกิจกรรมเหมาะสม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมร่วมกันระหว่างทำกิจกรรม

...เวลาจัดกิจกรรมเหมาะสม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...เอกสารเกี่ยวกับเงื่อนไขการทำประกันมะเร็งเพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์และทำให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนได้รู้จักวิเคราะห์ผลกระทบของประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...ควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์กรณีผลกระทบของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความตระหนักและสนใจในประเด็นการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชนมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างไรก็ตามแต่แต่ละกลุ่มช่วยกันคิดข้อดีและข้อเสียของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมในด้านต่าง ๆ รวมถึงวิเคราะห์แนวปฏิบัติ

ในการใช้ข้อมูลและให้ข้อมูลทางพันธุกรรมเมื่อต้องอยู่ในสถานการณ์ตามประเด็นข้างต้น หลังจากนั้นจะนำความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มมาติดบนกระดานทั้งสองฝั่งที่หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถเดินมาศึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกลุ่มได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 นี้จากผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า มีจุดเด่น ดังนี้

...นักเรียนได้นำความรู้จากบทเรียนมาอภิปรายในประเด็นของการนำความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์มาเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมแล้วส่งผลกระทบต่อเจ้าของข้อมูล นักเรียนได้แสดงหลากหลายมุมมอง สะท้อนถึงการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์ในการอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยมีข้อมูลรองรับ โดยสามารถนำเสนอชิ้นงานได้ในระยะเวลาที่กำหนด

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...ทำให้นักเรียนเกิดแนวความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการปฏิบัติและการนำไปใช้

...ระยะเวลาในการสร้างชิ้นงานและจัดแสดงชิ้นงานมีความเหมาะสมดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้ฝึกทักษะการอภิปรายกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่ม และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

...ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงพอกับการสร้างชิ้นงานและจัดแสดงชิ้นงาน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

สรุปผลการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาขนาดของ DNA และการหาจำดับนิวคลีโอไทด์

...ประสบความสำเร็จ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนได้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...ประสบความสำเร็จ นักเรียนได้เรียนรู้หลักการ คำศัพท์ และได้ใช้ความรู้ในบทเรียนเพื่อ ตัดสินใจในประเด็นปัญหา แต่ควรเพิ่มเติมในบางส่วนของกิจกรรมให้สมบูรณ์และส่งเสริมการรู้ พันธ์ศาสตร์ที่เหมาะสมมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 12 กุมภาพันธ์ 2562)

...ประสบความสำเร็จ นักเรียนเข้าใจหลักการและสามารถทำกิจกรรมได้ดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นสะท้อนผล

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตซึ่งได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครู ที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่านสามารถสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็น ทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการส่งเสริมการรู้พันธ์ศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทาง DNA แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยแบ่งเป็นขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นการเผชิญหน้ากับปัญหาสามารถสรุปได้ว่า การนำภาพยนตร์หรือสื่อที่ใกล้ตัวกับนักเรียนเป็นสื่อที่นำเข้าสู่บทเรียนทำให้นักเรียนเห็นภาพ ประเด็นสถานการณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับบทเรียนได้ง่าย และนักเรียนเกิด ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ครูผู้สอนเรียบ เรียงเนื้อหาได้เป็นประเด็นเอกสารประกอบการสืบสวนเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่มีความถูกต้อง สมจริง ในขั้นการเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหานี้ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในส่วนของ การจัดการเรียนรู้อาจจะให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อตอบคำถามของครูเพื่อให้กิจกรรมระหว่าง การจัดการเรียนรู้เกิดความเข้าใจมากขึ้น และควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาแฟ้ม ประวัติและอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลในแฟ้มประวัติในการสืบสวนเพื่อความสมจริงมากขึ้น

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

มิติที่ 1 การใช้ชุดกิจกรรมมีความน่าสนใจทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเกิดความ เข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับการหาขนาดของ DNA ด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส มากขึ้น กิจกรรมนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจัดการเรียนรู้เกิดความสนุกสนานและเข้าใจเนื้อหา

รวมถึงนักเรียนได้ฝึกใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้แขนงอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฟิสิกส์ เคมี ในการเตรียมบัฟเฟอร์ และการต่อวงจรไฟฟ้า เป็นต้น และครูยังสามารถประเมินความเข้าใจ กระบวนการการหาขนาดของ DNA ด้วยเทคนิคเจลิอิเล็กโทรโฟรีซิส ของนักเรียนภายในกลุ่มได้ ซึ่งชุดกิจกรรมที่ใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้มีความปลอดภัยตรงตามเนื้อหาของบทเรียน เหมาะสมกับนักเรียน และกิจกรรมในมิติที่ 1 นี้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการการหาขนาด DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ซึ่งเป็นความรู้ในหลักการ เป็นระดับความรู้ในการรู้ พันธุศาสตร์ด้วย

มิติที่ 2 การใช้ประเด็นปัญหาและเชื่อมโยงเข้ากับหลักการในบทเรียนทำให้นักเรียน เห็นภาพชัดขึ้นรวมถึงเข้าใจหลักการในการหาขนาดของ DNA ด้วยเทคนิคเจลิอิเล็กโทรโฟรีซิส การมีเอกสารประกอบการจัดกิจกรรม เช่น แถบ DNA แสดงขนาดของ DNA จากตัวอย่าง สถานการณ์ในประเด็นปัญหา ภายหลังจากนักเรียนปฏิบัติกระบวนการการหาขนาดของดีเอ็นเอถูกต้อง ทำให้นักเรียนได้สวมบทบาทเป็นนักสืบสมจริงเข้าใจหลักการการทำงานเพิ่มมากขึ้น รวมถึงได้ วิเคราะห์ขนาดของ DNA ที่ได้และเปรียบเทียบขนาดของ DNA แล้วหาตัวคนร้ายซึ่งหลังจาก นักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้หลักการการหาขนาดของ DNA แล้ววิเคราะห์แถบ DNA ที่ได้ พบว่านักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแถบ DNA ความแตกต่าง และสามารถวิเคราะห์ ตัวคนร้ายได้ถูกต้องซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจหลักการหา DNA โดยใช้เทคนิคเจลิอิเล็กโทร โฟรีซิส

กิจกรรมในมิติที่ 2 นี้ครูได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับการหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ผ่านการเล่นเกม จับคู่คำศัพท์กับความหมาย จากการทำกิจกรรมและสังเกตพบว่านักเรียนร้อยละ 80 สามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมได้ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเล่น เกมจับคู่คำศัพท์กับความหมายส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในบทเรียน มากขึ้นและทำให้เกิดความสนุกสนานระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้

มิติที่ 3 การใช้ประเด็นสถานการณ์เพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงให้เห็นถึงผลกระทบของการ เปิดเผยข้อมูลทำให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลอธิบายผลกระทบ และประเด็นสถานการณ์เพิ่มเติม สามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี และเอกสารที่ใช้ในการจัดการ เรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียน แต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้ ศึกษาสถานการณ์ผลกระทบของการเปิดเผยข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียน เกิดความตระหนักและสนใจประเด็นการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชนมากขึ้น

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสียภายหลังจากการสืบค้นผลกระทบของการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมกับหลักสิทธิมนุษยชน จากการสังเกตของผู้วิจัยและครูผู้มีส่วนประกอบสนธิสอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่านพบว่านักเรียนได้นำความรู้จากบทเรียนมาวิพากษ์ในประเด็นของการนำความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์มาเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรมซึ่งนักเรียนได้แสดงหลากหลายมุมมอง ซึ่งนักเรียนได้วิเคราะห์โดยใช้เหตุผลอธิบายโดยมีข้อมูลรองรับ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดสามารถสังเคราะห์แนวปฏิบัติได้ชัดเจนมากขึ้น และนักเรียนได้ฝึกทักษะการอภิปรายกลุ่มรวมถึงรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่มในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนและจัดทำชิ้นงานในการสะท้อนผลแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลทางพันธุกรรม

ผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3

ชั้นวางแผน

สำหรับวงจรปฏิบัติการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านการแพทย์จากนั้นออกแบบสร้างแผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอและความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม รวมทั้งได้นำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุง ตามข้อเสนอแนะของผู้วิจัยและครูผู้สอนชีวฯ ทั้ง 2 ท่าน เพื่อเสริมกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ ในชั้นวางแผนนี้ผู้วิจัยใช้กรณีศึกษา การแก้ไขพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการแพทย์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรม โดยใช้ภาพยนตร์เรื่อง Gattaca เป็นประเด็นศึกษาในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในการแก้ไขพันธุกรรมของบุคคลมีความเกี่ยวข้องกับหลักของจริยธรรมของสังคมและประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันสังคมมากมายเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์และหลักการที่เกี่ยวข้องกับภาพยนตร์ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้เกมบิงโกเป็นสื่อเพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์ในบริบทของสถานการณ์ที่ใช้เป็นประเด็นในการศึกษา และเพิ่มเวลาในการศึกษาความหมายของคำศัพท์ระหว่างเล่นเกมตามข้อเสนอแนะจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของครูผู้สอนชีววิทยา 2 ท่าน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นการแก้ไขพันธุกรรม เช่น ใบกิจกรรมการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการแพทย์ ประเด็นข่าวการแก้ไขจีโนมของนักวิทยาศาสตร์จีน รวมไปถึงผลสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับ

ประเด็นการแก้ไข้โนมของนักวิทยาศาสตร์จีนเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา วิเคราะห์ผลในวงกว้างมากขึ้น และได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนในบทเรียนเข้ากับชีวิตประจำวันได้ชัดเจนขึ้น

รูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยแผนให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเป็นกลุ่มตั้งวงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 และ 2 และผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์จากครูที่ประจำจำนวน 2 ท่านมาร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเพื่อทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม 3 ชั้น โดยใช้ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ด้านการแพทย์และความปลอดภัยทางชีวภาพและจริยธรรม ในขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 คาบเรียนที่ 1 เวลา 08.00 - 09.30 น. ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยได้ใช้ภาพยนตร์เรื่อง Gattaca มาเป็นประเด็นให้นักเรียนได้ศึกษากรณีการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ด้านการแพทย์โดยผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาประเด็นดังกล่าวในภาพยนตร์เป็นระยะเวลา 15 นาทีจากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นในภาพยนตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทาง DNA เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นจุดเชื่อมโยงของประเด็นปัญหากับบทเรียนชัดเจนมากขึ้น จากนั้นครูใช้กิจกรรม เกมบิงโกให้นักเรียนศึกษาความหมายของคำศัพท์และสร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ที่อยู่ใน ประเด็นปัญหาในภาพยนตร์ข้างต้น โดยครูแจกบัตรความหมายซึ่งจะประกอบไปด้วย 16 คำให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์ จากนั้นแจกตารางบิงโก ประกอบไปด้วย 16 ช่องขนาด 4 x 4 ช่อง ในแต่ละช่องจะประกอบไปด้วยคำศัพท์ที่ไม่ซ้ำกัน แล้วแต่ละกลุ่มจะมีตำแหน่งของคำศัพท์ในแต่ละช่องไม่ซ้ำกันจากนั้นครูอธิบายกติกาของการ เล่นเกมบิงโกและสร้างเงื่อนไขให้เกมมีความน่าสนใจและสนุกมากขึ้นเช่น หากกลุ่มไหนที่สามารถบิงโก ได้ตามกติกาจะเพิ่มคะแนนให้ เพื่อให้ นักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมมากขึ้น จากนั้นครูจะสุ่ม จับคำศัพท์จากกล่องและอ่านความหมายของคำศัพท์นั้นนักเรียนจะต้องตะโกนคำที่มีความหมาย ดังกล่าวและใช้ลูกปัดวางลงในกระดานตารางบิงโกของส่วนตัวเอง ครูดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้าง ความคุ้นเคยในคำศัพท์ให้กับนักเรียนเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงประเด็น ที่พบในภาพยนตร์ถึงเทคนิคต่าง ๆ และให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง 10 Insane Creatures Created by Scientists เกี่ยวกับสัตว์ที่ผ่านการทำพันธุวิศวกรรมในปัจจุบันและ อภิปรายร่วมกันถึงลักษณะ ที่แตกต่างจากสัตว์ที่ไม่ผ่านการพันธุวิศวกรรม เพื่อให้ นักเรียนแม่เห็น ถึงผลของการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในสัตว์แต่ละชนิดที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เป็นเวลา 5 นาที เนื่องจากใน ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ใช้ระยะเวลาการจัดกิจกรรม

กระชั้นมากขึ้นผู้วิจัยได้ดำเนินจะกำต่อเนื่องขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ โดยในมิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการทำพันธุวิศวกรรมทางการแพทย์และการแก้ไขจีโนมในมนุษย์ในการรักษาโรคโดยใช้ประเด็นข่าวการสร้างเด็กหลอดแก้วโดยนักวิจัยชาวจีน ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาผ่านกิจกรรมฐานเรียนรู้ เรื่อง การแก้ไขจีโนมและเงินบำบัด และอภิปรายภายในกลุ่มให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน จากนั้นจัดทำแผนผังความคิดนำเสนอสิ่งที่ศึกษา



ภาพ 28 การอธิบายกติกาการเล่นเกมบิงโกคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับคำศัพท์



ภาพ 29 การเล่นเกมบิงโกร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน

คาบที่ 7 - 8 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562 ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อเนื่องจาก มิติที่ 1 หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการแพทย์แล้วผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปออกมาเป็นองค์ความรู้ในรูปแบบแผนผังความคิด เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีทาง DNA ด้านการแพทย์ชัดเจนขึ้น จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในมิติที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดความกังวลของประชาชนเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมจากประเด็นข่าวการแก้ไขจีโนมในการสร้างเด็กหลอดแก้วโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีน ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบทความจากใบกิจกรรมการทำพันธูวิศกรรมในมนุษย์และหลักชีวจริยธรรม ซึ่งเป็นบทความที่เกี่ยวกับการปรับแต่งจีโนมของมนุษย์ที่เป็นประเด็นถกเถียงกันในสังคม มีการเผยแพร่ในโลกโซเชียลเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2018 ที่ผ่านมา และดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับหลักการของการทดลองดังกล่าว จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นข่าวดังกล่าว ครูใช้สื่อนำเสนอ Power point เพื่ออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการการแก้ไขจากประเด็นข่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการมากขึ้น จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทความความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมทารกโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีนซึ่งเป็นผลสำรวจจากคนจีนในมุมมองเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมเพื่อรักษาโรค HIV และโรคต่าง ๆ ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงเหตุผลของการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว

มิติที่ 3 อภิปรายผลกระทบของการปรับแก้จีโนมของทารกในการสร้างเด็กหลอดแก้วโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีนจากประเด็นข่าว เมื่อนักเรียนได้ศึกษาหลักการของการแก้ไขจีโนมของทารกจากประเด็นข่าวและประเด็นถกเถียงในสังคมรวมไปถึงผลสำรวจความคิดเห็นของชาวจีน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบการปรับแก้จีโนมของทารกด้านสุขภาพ และผลกระทบต่อหลักจริยธรรมของสังคมภายในกลุ่ม

ชั่วโมงที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ช่วงพักกลางวัน 20 กุมภาพันธ์ 2562 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการอภิปรายภายในกลุ่มเกี่ยวกับผลกระทบของการปรับแก้จีโนมของทารกจากประเด็นข่าวการแก้ไขจีโนมของทารกโดยนักวิจัยชาวจีนโดยให้แต่ละกลุ่มออกมาเขียนแสดงความคิดเห็นเช่นเดียวกับวงจรมติที่ 2 โดยใช้กระดาษสีประจำกลุ่มเขียนข้อดีและข้อเสียออกมาติดกระดานหน้าห้องเรียนเพื่อนแลกเปลี่ยนคิดถึงจากการสืบค้นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนสะท้อนผลการศึกษาและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาการปรับแก้จีโนมทารกโดยนักวิจัยชาวจีนในรูปแบบของชิ้นงานโดยผู้วิจัยให้อิสระ ในการจัดทำชิ้นงานจะต้องประกอบไปด้วยประเด็นปัญหาที่ศึกษา คือการปรับแก้จีโนมของทารกโดยนักวิจัยชาวจีน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาดังกล่าว

รวมไปถึงอธิบายหลักการของประเด็นปัญหา และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบการปรับแก้
จีโนมทารกจากประเด็นปัญหาดังกล่าว

ชั้นสังเกต

จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยใช้
ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ทางการแพทย์ที่ประกอบไปด้วยการ
จัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ชั้น ผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่านได้ทำการ
สังเกตและบันทึกการสังเกตลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ชั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ของผู้วิจัยและครูผู้สอนชีววิทยาทั้ง 2 ท่านสามารถ
แยกได้เป็น 2 ประเด็น คือ จุดเด่น และข้อเสนอนี้ ดังนี้

จุดเด่น

ด้านรูปแบบของกิจกรรม

...ภาพยนตร์ที่ใช้มีการตัดต่อให้กระชับตรงประเด็นไม่ยืดเยื้อ ทำให้ไม่น่าเบื่อเกินไป
มีการใช้ประเด็นเทคโนโลยีทาง DNA ทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับหลักของจริยธรรม และใช้
เกมบิงโกสร้างความตระหนักให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์ ทำให้เกิดความคุ้นเคยกับ
คำศัพท์ในประเด็นปัญหาดังกล่าวเป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใช้ภาพยนตร์ Gattaca ทำให้นักเรียนมองเห็นประเด็นปัญหาได้ชัดเจน มองเห็นการ
ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ด้านการแพทย์ได้ชัดเจน

...การเรียนรู้ด้วยเกมบิงโกใช้ระยะเวลาที่เหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความ
สนุกสนาน และคุ้นเคยคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (ตระหนัก)

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...การใช้ภาพยนตร์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้น
ทำกิจกรรมดี การใช้เกมบิงโกทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานนักเรียนไม่เบื่อและร่วมทำกิจกรรมใน
ระดับดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

...สื่อหลากหลาย เช่น ภาพยนตร์ เกมบิงโก ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่าย

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...สื่อมีความเหมาะสม หลากหลาย

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...สื่อที่ใช้มีความเหมาะสม เนื่องจากพบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...อาจจะให้นักเรียนทุกคนได้จับสลากเกมบิงโกเพราะจะทำให้กิจกรรมเร้าความสนใจนักเรียนเพิ่มมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

ในขั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ได้แบ่งออกเป็น 3 มิติ ซึ่งในแต่ละมิตินี้เป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ต่างกัน ดังนี้

มิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่น และข้อเสนอแนะดังผลการสะท้อน ดังนี้

จุดเด่น

นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันในกลุ่มถึงหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีนจากใบกิจกรรม และสื่อนำเสนอ Power point ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนทำให้เกิดความเข้าใจในหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีนมากขึ้น ดังนั้นที่ผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

...นักเรียนได้อภิปรายกันเองในกลุ่มทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และการได้อภิปรายสรุปหลักการร่วมกับผู้วิจัยทำให้ส่งเสริมความเข้าใจในหลักการแก้ไขจีโนมมากขึ้น

...นักเรียนได้เข้าใจหลักการของการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน จากการใช้สื่อใบกิจกรรม และสื่อนำเสนอ Power point ซึ่งเพียงพอต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันในกลุ่มก่อนทำให้ได้ตรวจสอบความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นของตนเองและเพื่อนภายในกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยเข้ามามีบทบาทในการอธิบายร่วมกันกับนักเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการแก้ไขนิมและการบำบัดด้วยยีนมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...การอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของนักเรียนส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้นำตนเองในการเรียนรู้ และนักเรียนได้เข้าใจหลักการการแก้ไขนิมและการบำบัดด้วยยีนมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

มิตที่ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการการแก้ไขนิมและการบำบัดด้วยยีนกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

จุดเด่น

การใช้ประเด็นข่าวที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงหลักการและเห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง

...ครูใช้ประเด็นข่าวนักวิจัยจีนแก้ไขยีนในตัวอ่อนทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงหลักการทางพันธุศาสตร์กับประเด็นปัญหาในสังคมได้ดี

...สื่อที่ใช้ลำดับเรื่องได้ชัดเจน น่าสนใจ

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใบกิจกรรมที่ใช้มีความน่าสนใจ มีความกระชับเหมาะสมกับระยะเวลาของกิจกรรมทำให้นักเรียนได้เห็นประเด็นการเชื่อมโยงหลักการในบทเรียนกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้เป็นอย่างดี

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...ใบกิจกรรมที่ใช้มีความน่าสนใจเป็นปัจจุบันและแสดงหลักการที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ได้ชัดเจน

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...อาจจะใช้ประเด็นข่าวเพิ่มเติมให้นักเรียนได้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการแพทย์ ที่ยังคงเป็นประเด็นปัญหาในสังคม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

มิติที่ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาการแก้ไขจีโนมทารกโดยนักวิจัยชาวจีนต่อสังคมในด้านต่าง ๆ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมการศึกษาผลกระทบของการแก้ไขจีโนมทารกโดยนักวิจัยชาวจีนจากประเด็นข่าว และวิเคราะห์ร่วมกับผลสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมทารก ผู้สะท้อนผลมีความเห็นว่าขั้นตอนนี้มีจุดเด่นข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุดเด่น

นักเรียนได้สืบค้น วิเคราะห์ และอภิปรายภายในกลุ่มกับผลกระทบการแก้ไขจีโนมทารก ร่วมกัน ดั้งเดิมที่การสะท้อนผล ดังนี้

...นักเรียนได้ฝึกทักษะการสืบค้น อภิปรายการสืบค้นภายในกลุ่ม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...การสืบค้นเกี่ยวกับผลกระทบการแก้ไขจีโนมต่อสังคมในด้านต่าง ๆ มีระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้นักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์และความกังวลของคนในสังคมเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมของมนุษย์ ทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงประเด็นปัญหากับหลักทางจริยธรรมมากขึ้น

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้เรียนรู้ข้อดีและข้อเสียของการแก้ไขจีโนม และความกังวลที่เกี่ยวข้องกับหลักทางจริยธรรม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

...อาจให้นักเรียนสืบค้นความกังวลของการแก้ไขจีโนมในมนุษย์ ของประชาชนแต่ละประเทศเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงและใช้ข้อมูลมาร่วมวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาแนวทางการปฏิบัติหากจะต้องเลือกใช้การแก้ไขจีโนมในอนาคต

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 18 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบเดียวกันกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ปรับปรุงมาแล้วโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแสดงข้อดี - ข้อเสียของการแก้ไขจีโนมทารกจากการสืบค้นในมิติที่ 3 ลงในกระดาษโพสอิทสี แล้วนำมาติดที่กระดานทั้งสองฝั่งหน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งศึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนำไปสะท้อนผลการปฏิบัติในการจัดทำเป็นชิ้นงานของกลุ่มต่อไป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 นี้จากผลการสะท้อนการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า มีจุดเด่นดังนี้

...นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำความรู้จากข้อมูลที่สืบค้นเกี่ยวกับประเด็นการแก้ไขจีโนมในทารกและผลสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ไขจีโนมในทารกมาวิพากษ์ผ่านกระดาษโพสอิทเกี่ยวกับประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคมในด้านต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่หลากหลายของเพื่อนแต่ละกลุ่ม

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนสามารถนำเสนอแนวปฏิบัติเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมได้ตามเวลาที่กำหนด และนักเรียนได้เกิดแนวความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการปฏิบัติและการนำไปใช้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...นักเรียนได้ฝึกทักษะการอภิปรายกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่ม และวิเคราะห์มุมมองที่หลากหลายของเพื่อนต่างกลุ่ม

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

สรุปผลการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาขนาดของ DNA และการหาจำนวนนิวคลีโอไทด์

...ประสบความสำเร็จ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ของนักเรียนได้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 1, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...ประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถจัดทำชิ้นงานเพื่อสะท้อนแนวทางการปฏิบัติได้

(ครูชีววิทยาท่านที่ 2, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

...ประสบความสำเร็จ นักเรียนอธิบายหลักการของบทเรียนได้ และสามารถทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อสะท้อนแนวทางการปฏิบัติได้ดี

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นสะท้อนผล

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตซึ่งได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน สามารถสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในการส่งเสริมการรู้พันธุศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทาง DNA แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA และความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการจัดการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเผชิญหน้ากับประเด็นปัญหา

จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในขั้นการเขียนได้กับประเด็นปัญหาที่สรุปได้ว่าการนำภาพยนตร์ หรือสื่อ ใกล้ตัวนักเรียนมาใช้เป็นสื่อในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยที่สื่อที่มีความเหมาะสม ระยะเวลากระชับจะทำให้ให้นักเรียนเห็นภาพประเด็นสถานการณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น กระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกิจกรรมนั้นไม่น่าเบื่อ รวมไปถึงการใช้สื่อที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคะแนนสถานการณ์เข้ากับบทเรียนได้ง่าย การใช้เกมเพื่อสร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ที่พบในประเด็นสถานการณ์ตัวอย่างทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้น เนื่องจากการใช้เกมนักเรียนได้แข่งกันในแต่ละกลุ่มทำให้งิจกรรมไม่น่าเบื่อ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 3 มิติ

มิติที่ 1 เรียนรู้และเข้าใจหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อที่มีความเหมาะสมส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการมากขึ้น เห็นภาพได้ชัดเจนแม้จะเป็นหลักการที่มีลักษณะนามธรรม การใช้ใบกิจกรรมและให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายส่งผลให้นักเรียนเข้าใจหลักการเพิ่มมากขึ้น รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้นำในการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และการเข้าไปมีบทบาทของผู้วิจัยหรือครูผู้สอนในระยะเวลาที่เหมาะสมเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีนถูกต้อง ในมิติที่ 1 นี้อาจจะเพิ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกระจายตัวเพื่ออภิปรายร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่มอื่นเกี่ยวกับหลักการการแก้ไขจีโนมและการบำบัดด้วยยีน

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจหลักการจากการอธิบายให้กับเพื่อนกลุ่มอื่นมากขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น

มิตินี้ 2 เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการการแก้ไขจีโนมการบำบัดด้วยยีนกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม การใช้ประเด็นปัญหาที่ยังเป็นข้อถกเถียงกันในสังคมทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์และเชื่อมโยงหลักการที่เรียนในบทเรียนเข้ากับชีวิตประจำวัน นักเรียนได้มองเห็นมุมมองที่แตกต่างจากสื่อที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สื่อจึงมีความจำเป็นอย่างมาก จะต้องลำดับเหตุการณ์ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการการแก้ไขจีโนม ได้อย่างเป็นระบบ ชัดเจน และน่าสนใจ เพื่อจะให้กิจกรรมไม่น่าเบื่อและสร้างความสนใจเรียนได้อยู่ตลอดเวลา ในการจัดกิจกรรมในมิตินี้ 2 นี้ อาจจะใช้ประเด็นข่าวเพิ่มเติมให้นักเรียนได้ศึกษาถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ในด้านการแพทย์ เพื่อให้นักเรียนเห็นมุมมองที่หลากหลายของการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ด้านการแพทย์มากขึ้น

มิตินี้ 3 สืบค้นผลกระทบของประเด็นปัญหาการแก้ไขจีโนมโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีนต่อสังคมในด้านต่าง ๆ การให้นักเรียนผลกระทบ และนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนได้ทักษะการสืบค้น รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และได้เห็นถึงประโยชน์รวมถึงความกังวลของคนในสังคมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว เพื่อนำมาสังเคราะห์และหาแนวปฏิบัติในขั้นต่อไป อาจจะทำให้เรียนสืบค้นความกังวลของการแก้ไขจีโนมในมนุษย์เพิ่มเติม โดยศึกษาจากผลการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนแต่ละประเทศ เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงเจาะประเด็นข่าวการแก้ไขจีโนมทารก และทำให้นักเรียนได้ทราบมุมมองที่หลากหลาย สามารถใช้ข้อมูลมาเหล่านี้มาวิเคราะห์และพิจารณาแนวปฏิบัติหากจะต้องเลือกใช้การแก้ไขที่ลงในอนาคต

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์แนวคิดและการปฏิบัติ

การอธิบายร่วมกันของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการแก้ไขจีโนมทารกโดยใช้กระดาษโพสอิทเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนแนวคิดของแต่ละกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดแนวความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการปฏิบัติและการนำไปใช้ ได้เห็นมุมมองที่หลากหลายของเพื่อนแต่ละกลุ่ม รวมไปถึงส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นแนวคิดแนวปฏิบัติของกลุ่มร่วมกัน



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล บุศมาพร กันทะวัง
วัน เดือน ปี เกิด 20 พฤษภาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน 43/2 หมู่ 4 ตำบลหนองล่อง อำเภอเวียงหนองล่อง
จังหวัดลำพูน 51120
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2558 วท.บ. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

