

การใช้กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ
บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
กรกฎาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การใช้กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี
ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ”

ของ นางสาวสิมาภรณ์ มณีวงศ์
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)
.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ)
.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม)
.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริินภา กิจเกื้อกูล)

อนุมัติ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มณีสว่าง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ (สควค.)

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ประกาศขอบคุณการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยจากความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี การงาม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย คอยกระตุ้น และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ หอมจันทร์ ดร.สุรียา ซาปู้ และคุณครูกัญญาวิวี ซายเรียน ที่ช่วยตรวจสอบ แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้การศึกษาวิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มีส่วนในการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนคุณครูกัญญาวิวี ซายเรียน ผู้เป็นครูที่ปรึกษา คณะครูสภาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของผู้วิจัยที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุด ตลอดจนความช่วยเหลือของนิสิตร่วมทุนที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยนี้

สิมาภรณ์ มณีวงศ์

ชื่อเรื่อง การใช้กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่ม
ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์
และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผู้วิจัย สีมารกรณ์ มณีวงศ์
ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ

กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561

คำสำคัญ กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี
ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พันธุศาสตร์และ
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ
แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ
สิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ
แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ
สิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนห้องเรียน
โครงการหลักสูตรภาษาอังกฤษแบบเข้มวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ปีการศึกษา 2561 จำนวน 37 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ
แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ
สิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และ
ใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

โดยหาคำร้อยละของคะแนนทั้งหมดเพื่อนำมาจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีความน่าเชื่อถือของงานวิจัยจากการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและด้านวิธีการ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ขึ้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา ครูเสนอสถานการณ์ข่าวที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมให้กับนักเรียนทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และเน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างเปิดกว้าง ขึ้นเรียนรู้ความคิด ให้นักเรียนสืบค้นเก็บรวบรวมข้อมูล และระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา พร้อมทั้งสร้างทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา ขึ้นปฏิบัติการ ให้นักเรียนพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา และทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดนำไปสู่การสร้างชิ้นงานเพื่อเผยแพร่ข้อมูลให้กับคนในสังคม และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก

Title USING FRAMEWORK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
EDUCATION PROMOTING WELLBEING FOR INDIVIDUAL,
SOCIETY, AND ENVIRONMENT TO ENHANCE GRADE 11
STUDENTS' SOCIO-SCIENTIFIC DECISION-MAKING ABILITY
IN GENETICS AND DNA TECHNOLOGY

Author Simaporn Maneewong

Advisor Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ed.D.

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

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

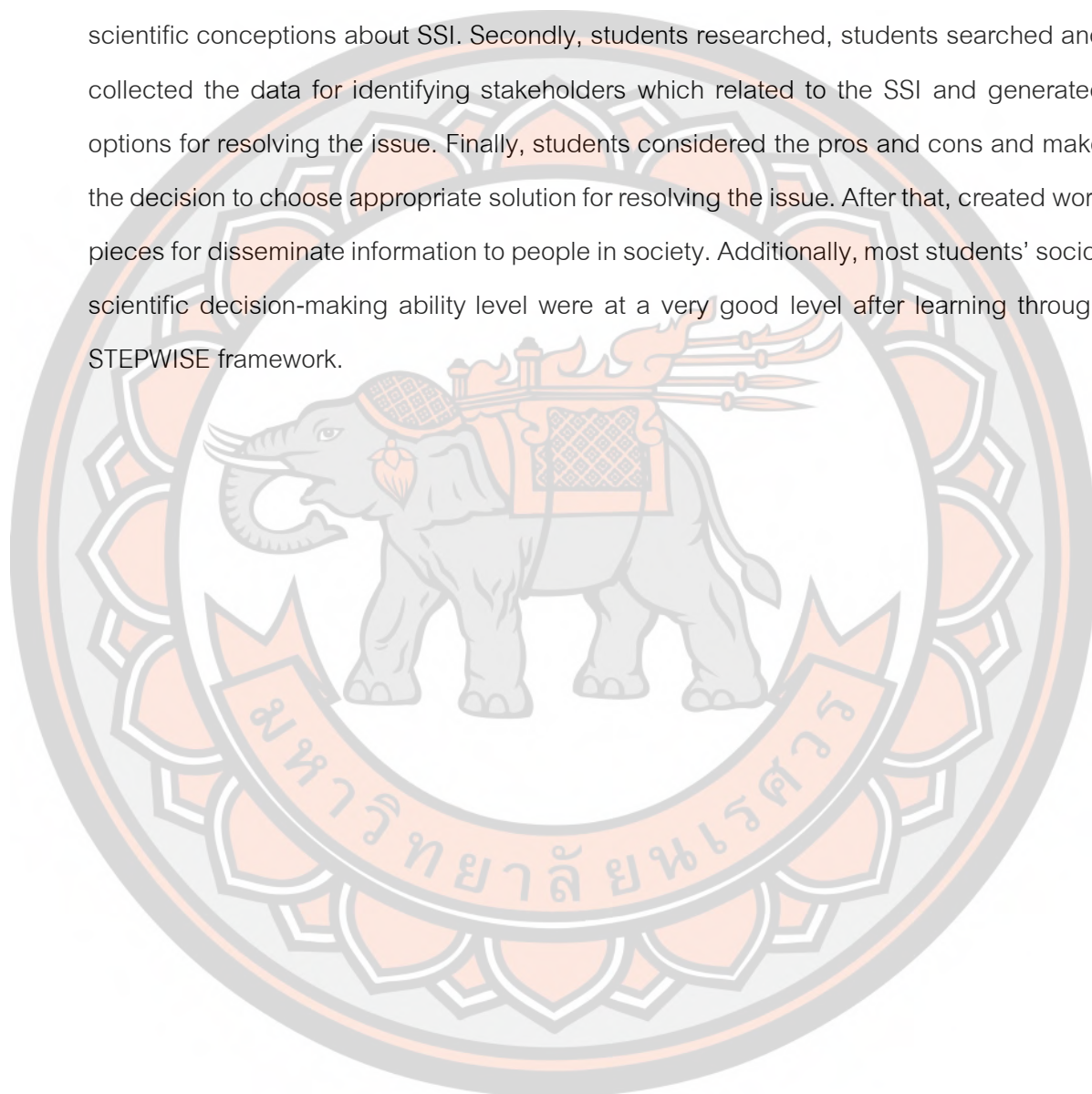
Keywords Science and Technology Education Promoting Wellbeing for
Individuals, Societies and Environments (STEPWISE) framework,
Socio-scientific decision-making ability, genetics and DNA
technology



ABSTRACT

This action research aims 1) to study the effect of Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments (STEPWISE) framework to enhance socio-scientific decision-making ability in topic of genetics and DNA technology and 2) to study students' socio-scientific decision-making ability in the topic of genetics and DNA technology through Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments (STEPWISE) framework. There are 37 participants of Intensive English Program (IEP) in Sciences and Mathematics program students' grade 11 of 2018 academic year. Research instruments were three lesson plans using STEPWISE framework, reflective learning management form, a socio-scientific decision-making ability test and student worksheets. Data were analyzed qualitatively through content analysis and quantitative method. In addition, the score was calculated the percentage in order to classified the level of socio-scientific decision-making ability which examine trustworthiness by resource and method triangulations. The results showed that there were 3 steps of learning management by using STEPWISE framework for

enhancing socio-scientific decision-making ability as follows: the first step is students reflect, teacher offered the situation that were socioscientific issues (SSI) in both positive and negative to students. After that, encouraging students to express their existing scientific conceptions about SSI. Secondly, students researched, students searched and collected the data for identifying stakeholders which related to the SSI and generated options for resolving the issue. Finally, students considered the pros and cons and make the decision to choose appropriate solution for resolving the issue. After that, created work pieces for disseminate information to people in society. Additionally, most students' socio-scientific decision-making ability level were at a very good level after learning through STEPWISE framework.



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
ขอบเขตการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
ความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ (Socio-scientific decision-making ability).....	23
แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม... งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	48
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	76
รูปแบบการวิจัย.....	76
กลุ่มเป้าหมาย.....	78
บริบทของห้องเรียน.....	79
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	99
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	103

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	107
ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ.....	107
ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ.....	140
5 บทสรุป.....	168
สรุปผลการวิจัย.....	168
อภิปรายผลการวิจัย.....	171
ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	181
บรรณานุกรม.....	183
ภาคผนวก.....	192
ประวัติผู้วิจัย.....	246

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม 4 (ว30244) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	16
2 แสดงกระบวนการตัดสินใจ.....	34
3 แสดงตัวชี้วัดสำหรับการให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจ.....	47
4 แสดงการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	68
5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	81
6 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์ความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	85
7 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ.....	86
8 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008).....	95
9 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	103
10 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
11 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์.....	142
12 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่าง การจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้.....	164
13 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัด การเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้.....	166
14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยี ทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	194
15 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของของไปกิจกรรม.....	218
16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถ ในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..	237

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงแบบจำลองของกระบวนการตัดสินใจของ Kortland (1996).....	28
2 แสดงกรอบแนวคิดกระบวนการตัดสินใจของ Lee และ Grace (2010).....	30
3 แสดงกรอบแนวคิดการตัดสินใจของ Lee และ Grace (2012).....	31
4 แสดงหลักการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดของทีศนา แชมมณี (2544).....	45
5 แสดงการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	51
6 แสดงการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	52
7 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	54
8 แสดงกรอบแนวคิดทฤษฎี STEPWISE.....	62
9 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis, & McTaggart.....	78
10 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	112
11 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	113
12 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนจากการเก็บรวบรวมข้อมูล และสืบค้นข้อมูลใน ระหว่างชั้นเรียนรู้ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	117
13 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนจากการเก็บรวบรวมข้อมูล และสืบค้นข้อมูล ในระหว่างชั้นเรียนรู้ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	118
14 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนในระหว่างชั้นเรียนรู้ ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	119
15 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่สร้างทางเลือกแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นแนวทาง ในการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	121
16 แสดงการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
17 แสดงความสามารถในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของนักเรียน โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	126
18 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	127
19 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของแต่ละวงจร.....	141
20 แสดงความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ครบทั้ง 3 วงจร.....	143
21 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงการระบุผู้ที่มีส่วนได้ ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในระดับสังคม และสิ่งแวดล้อม	144
22 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงการระบุผู้ที่มีส่วนได้ ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	145
23 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม.....	146
24 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่แสดงข้อมูลและความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในด้าน พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ด้านบุคคล ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 4 ด้าน	147
25 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ระบุแนวทางที่จะ นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาระดับบุคคล และสิ่งแวดล้อม.....	148

สารบัญภาพ (ต่อ)

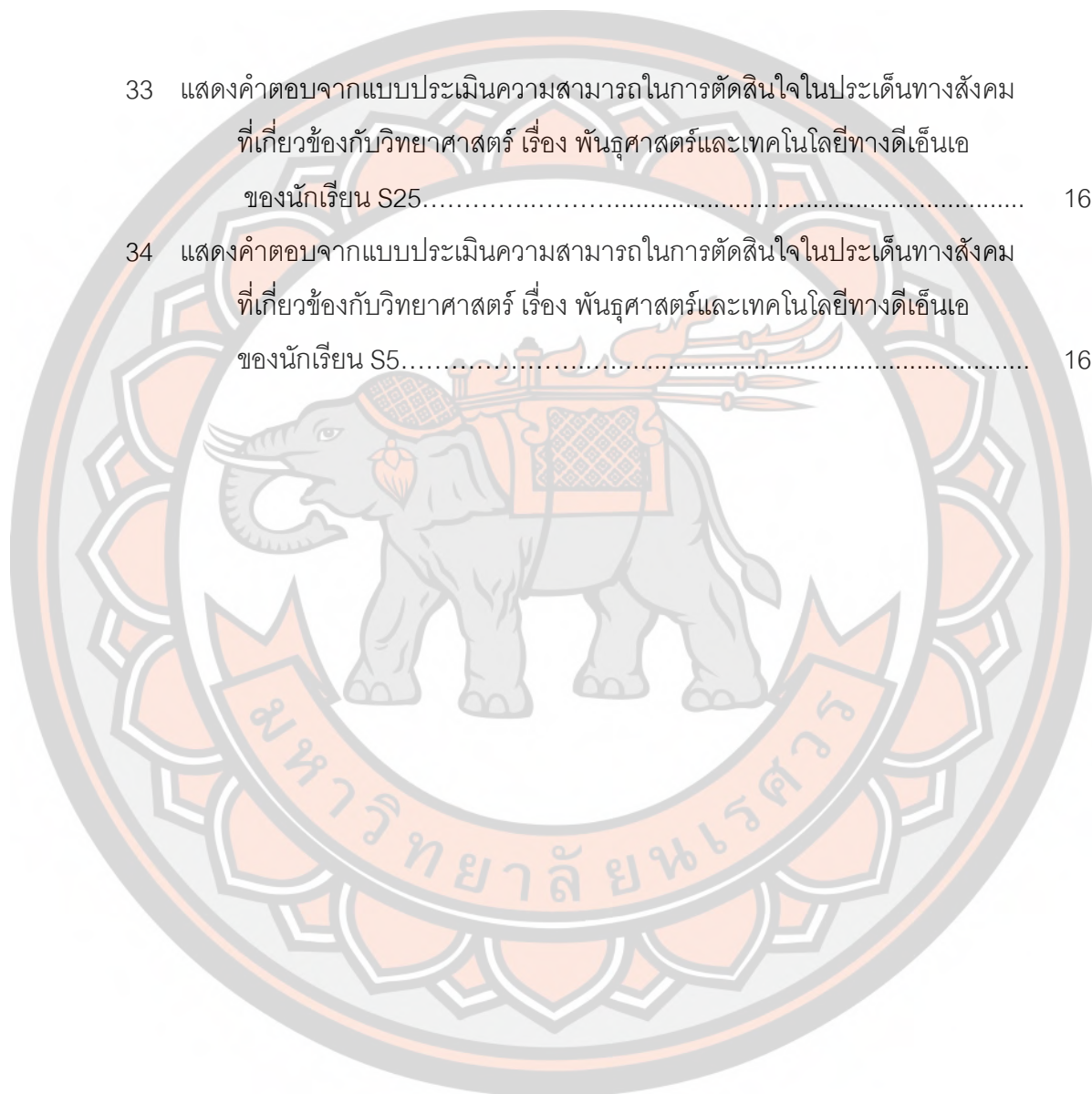
ภาพ	หน้า
26 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ.....	150
27 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ไขปัญหโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ.....	153
28 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหามีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ	154
29 แสดงความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในภาพรวมภายหลังจากการจัดการเรียนรู้.....	157
30 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียน S12 ซึ่งระบุถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ.....	158
31 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียน S25 ซึ่งระบุข้อมูลและความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 4 ด้าน.....	159
32 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียน S17	160

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

- 33 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
ของนักเรียน S25..... 162
- 34 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
ของนักเรียน S5..... 163



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความรู้และเทคโนโลยีด้านพันธุศาสตร์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการวิเคราะห์จีโนม เทคโนโลยีด้านชีวสารสนเทศ และเทคโนโลยีด้านอณูชีววิทยา ดังนั้นพันธุศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นทั้งในด้านการแพทย์และสาธารณสุขในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศ ด้านเกษตรกรรมในการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ด้านอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ รวมไปถึงการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (การประชุมวิชาการพันธุศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 20, 2560)

อย่างไรก็ตาม Sadler, & Zeidler (2003, pp. 23 - 26) ได้กล่าวว่าความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์จะแม้จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลกับมนุษย์ สังคม และสิ่งแวดล้อมแล้ว ในทางกลับกันความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ยังก่อให้เกิดประเด็นปัญหาทางสังคมซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมมนุษย์ (Human Genetics) เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) และปัญหาสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับวีระชัย ทิตถากร (2557, น. 382) ได้ให้ความเห็นว่า การประยุกต์ใช้ความรู้พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอทำให้เกิดประเด็นทางสังคมเนื่องจากมนุษย์ยังไม่สามารถทราบได้ถึงผลกระทบในระยะยาวซึ่งอาจเป็นผลกระทบที่ไม่สามารถคาดเดาได้ ก่อให้เกิดความกังวลและเรียกร้องให้มีการควบคุมทางการทดสอบทางการวิจัย ซึ่งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยี มักจะเป็นประเด็นปัญหาเกี่ยวกับความขัดแย้งกันระหว่างเหตุผลทางด้านวิทยาศาสตร์และเหตุผลทางด้านศีลธรรมซึ่งสามารถพบได้จากการรายงานข่าวหรือสื่อต่าง ๆ ทั่วไปอยู่บ่อยครั้ง (Lin, & Mintzes, 2010, pp. 994)

ยกตัวอย่างกรณีที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งพบว่าคนที่มีอาการแพ้บราซิลนัท และได้รับประทานถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการดัดแปลงพันธุกรรมของบราซิลนัทอยู่โดยไม่รู้ ส่งผลให้เกิดอาการแพ้ถั่วเหลืองนั้นทันที (ชญานิศวรร ภิรมย์ภักดี, 2557) นอกจากนี้หน่วยงานรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ทั่วโลกได้มีการกำหนดห้ามใช้ปัจจัยการผลิตจีเอ็มโอ (ทรงศักดิ์ ศรีอนุชาต และคณะ, 2546, น. 51 อ้างถึงใน ชญานิศวรร ภิรมย์ภักดี, 2557) แต่ในปัจจุบันยังพบว่ามีการใช้เทคโนโลยีดัดแปลงพันธุกรรมอย่างแพร่หลาย ยกตัวอย่างเช่น การผลิตเอนไซม์สำหรับผงซักฟอกเพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และการใช้อินซูลินในด้านการแพทย์สำหรับผู้ป่วย

โรคเบาหวาน ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในยุโรป แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าประชาชนทั่วไปยังเกิดความลังเลใจในด้านความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์จีเอ็มโอ (Gaskell et al., 2010 as cited in Maes et al., 2018, pp.598)

นอกจากประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับโลกแล้วในประเทศไทยมีประเด็นความขัดแย้งที่เกิดจากการใช้ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ด้วยเช่นกัน เช่นกรณีการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมในการนำมาใช้ตัดต่อยีนของพืชเศรษฐกิจ ส่งผลให้เกิดข้อถกเถียงและความขัดแย้ง เกิดการตั้งคำถามเกิดขึ้นในหลายประเด็น อาทิเช่น ความปลอดภัยของอาหารที่ผลิตจากพืชจีเอ็มโอ ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การขัดแย้งในการกำหนดร่างพระราชบัญญัติว่าด้วยความปลอดภัยทางชีวภาพของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ เป็นต้น ซึ่งการตั้งคำถามในประเด็นดังกล่าวนี้เนื่องจากคนในสังคมต้องการที่จะรู้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริงบนพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากสถานการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่ารากฐานประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคมจะมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยตรงก็ตาม แต่การจัดการกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ไม่เพียงแต่อาศัยการพิจารณาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น (Eggert, et al., 2013) การอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาเรื่องพืชตัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) ยังคงมีข้อโต้แย้งในปัจจุบันโดยจะเห็นได้จากตามสื่อทั้งในและต่างประเทศ เช่น ในสหภาพยุโรป ซึ่งมีการอภิปรายระหว่างความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นตามมาหลังจากการใช้พืชตัดแปลงพันธุกรรมเป็นระยะเวลานานและผลประโยชน์จากการใช้พืชตัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งประเด็นดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพันธุวิศวกรรมเป็นประเด็นที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นประเด็นปัญหาในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และประเด็นปัญหานี้จะนำนักเรียนไปสู่การตีความ โดยนักเรียนจำเป็นที่จะต้องแยกแยะถึงรายละเอียดและมีการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหานี้ (Bottcher, & Meisert, 2013) เนื่องจากประเด็นวิทยาศาสตร์ในสังคมไม่มีวิธีแก้ปัญหาคำสมบูรณหรือชัดเจน โดยวิธีการที่จะเลือกนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นมีได้หลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป (Sadler, 2009)

ดังนั้นคนในสังคมปัจจุบันต้องเผชิญกับการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในประเด็นเนื่องจากการใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์นั้นกระทบต่อตนเอง ชุมชน หรือสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างได้จากกรณีของเทคโนโลยีการตรวจวินิจฉัยก่อนคลอดซึ่งเป็นการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมหรือความพิการแต่กำเนิดของทารกในครรภ์ทำให้เกิดประเด็นปัญหาทางจริยธรรมขึ้น

ซึ่งเป็นเรื่องความขัดแย้งระหว่างสถานะทางจริยธรรมของทารกและการเคารพการตัดสินใจของมารดาที่สูติแพทย์และบุคลากรทางสาธารณสุขประจบสออยู่ (สุทธิรักษ์ นภาพันท์, 2560) กรณีการผลิตยาหรือการจดสิทธิบัตรยา ซึ่งมีความจำเป็นในการทำวิจัยในคนและสัตว์ทดลอง ก่อให้เกิดประเด็นทางจริยธรรมในสังคม ประเด็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องพืชตัดแปลงพันธุกรรมและพืชที่มีความต้านทานต่อศัตรูพืช และการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตกลายพันธุ์ในสิ่งแวดล้อม (Harmon, 2008; Ronald, & McWilliams, 2010; Caldicott, 2011 as cited in McElhinny et al., 2014, p.446) ประเด็นเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเพียงใด หากปราศจากความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางพันธุศาสตร์พื้นฐานในระดับบุคคล ผู้บัญญัติกฎหมาย และรวมไปถึงนักการเมืองแล้ว จะส่งผลให้ไม่สามารถสร้างทางเลือกที่เหมาะสมกับสุขภาพในส่วนของบุคคลและความเป็นอยู่ที่ดีของคนในชุมชนได้ (McElhinny et al., 2014)

จะเห็นได้ว่าประเด็นพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในสังคมนั้นแท้จริงแล้วไม่สามารถแยกออกจากบริบทของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้เลย ทุกคนในสังคมจะถูกล้อมรอบไปด้วยข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนั้นความสามารถในการประเมินถึงข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องจัดบรรยากาศของการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้มาซึ่งการตัดสินใจในประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น หรือเพื่อแสดงออกในฐานะพลเมืองคนหนึ่งในสังคม นำไปสู่ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม (Angeliki, 2017; Tal, & Kedmi, 2006 as cited in Bencze, 2017, p. 83)

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเตรียมความพร้อมเด็กและเยาวชนให้มีความพร้อมทั้งด้านความรู้พื้นฐานทางวิชาการและเป็นผู้ที่มีความสามารถในการตัดสินใจเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของตนเองในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่สามารถใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการพิจารณา ตรวจสอบข้อมูลจากหลักฐานประจักษ์พยานเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในฐานะพลเมืองโลก (World citizen) (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) และสอดคล้องกับสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (1996) กล่าวว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ถือเป็นกุญแจที่สำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หรือสามารถพูดได้ว่าช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และยังรวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในสังคม วัฒนธรรม และการผลิตทางเศรษฐกิจในฐานะการเป็นพลเมืองในสังคม ดังนั้นการศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องเน้นการตัดสินใจซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาวิทยาศาสตร์

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้วิจัยพบในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เมื่อจัดการเรียนรู้วิชาเรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ผู้วิจัยนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์การปลูกกล้วยหอมในประเทศลาวที่มีการใช้สารเคมีจำนวนมาก เพื่อช่วยให้กล้วยสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่พบว่ามีกรรไกรรื้อไหลของสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนศึกษาและได้ลงเสนอแนวทางการจัดการปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวพบว่านักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ในเรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาจากการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ จากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว พบว่านักเรียนขาดความมั่นใจในการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง มักสอบถามและมีความมั่นใจเกี่ยวกับข้อมูลจากครูผู้สอนมากกว่าการค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดไม่มีคำตอบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาของนักเรียนนั้นแสดงถึงการแก้ไขปัญหาที่คำนึงถึงสุขภาพในระดับบุคคลเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ในเรื่องสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาให้ครอบคลุมถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมตามที่กล่าวมาในข้างต้น แสดงให้เห็นว่าข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเป็นสิ่งที่เดียวที่จะสามารถชี้ขาดการตัดสินใจ เนื่องจากการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับค่านิยมและการให้ความสนใจในประเด็นปัญหาของคนในสังคม (Nielsen, 2013)

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ แม้ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก และก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม แต่พบว่าการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ในเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ยังขาดการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในเรื่องของการนำความรู้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอซึ่งนำไปสู่ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านกล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องพันธุศาสตร์นั้นมีความยากและเป็นสิ่งที่ท้าทายทั้งในเรื่องของระดับภาษาและเทคนิคในการใช้ภาษาเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์ได้ ในขณะที่การสื่อสารเกี่ยวกับพันธุศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับห้องเรียนในวิชาพันธุศาสตร์มากที่สุด (McElhinny et al., 2014)

นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย ได้พบว่าการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องพันธุศาสตร์นั้นเป็นเรื่องที่เข้าใจยากสำหรับนักเรียน และยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ในเรื่องพันธุศาสตร์สมัยใหม่ (Modern genetics literacy) นั้นเป็นวิธีการสอนแบบบรรยายซึ่งยากที่จะสามารถพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้รู้พันธุศาสตร์ได้ เนื่องจากวิธีการสอนเน้นให้มีการท่องจำและนักเรียนไม่สามารถท่องจำเนื้อหาที่ได้เรียนมาทั้งหมดได้ ในขณะที่ความรู้มีการเปลี่ยนแปลงทุกขณะเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเป็นสังคมของข้อมูลข่าวสาร ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์เข้ามา มีบทบาทและมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตทั้งส่วนบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากการเกิดประเด็นทางสังคมมากมาย เช่น การรักษาโรค การโคลนมนุษย์ การตัดต่อพันธุกรรมระหว่างสิ่งมีชีวิต การผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และในสุดท้ายแล้วเมื่อจบการศึกษานักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้เพราะเนื้อหาที่เรียนในห้องเรียนนั้นไม่สอดคล้องกับปัญหาในชีวิตประจำวัน (Eklund et al., 2007; Coll, & Taylor, 2009 อ้างถึงใน นิธิรัตน์ อาโยวงษ์, และวิมล สำราญวานิช, 2554) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนานักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและเป็นผู้มีบทบาทที่จะช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในสังคมรวมไปจนถึงสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความรู้ทักษะ และทัศนคติเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมที่ตนเองมีมาใช้ในการตัดสินใจ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่รู้จักตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในสังคม เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของตนเอง สังคม และ สิ่งแวดล้อม (Bencze, 2017)

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม (STEPWISE) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์

ประเด็นที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการมีวิจรณ์ญาณและมุมมองที่หลากหลายนำไปสู่การตัดสินใจและมีการดำเนินการเกี่ยวกับการแจ้งข้อมูลให้ผู้อื่นในสังคมรับรู้และเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาอย่างเปิดกว้างในท่าทีที่เหมาะสม เนื่องจากผลงานของนักเรียนที่แสดงออกในบริบทของการเป็นพลเมือง ซึ่งผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และมีความรับผิดชอบในการตัดสินใจเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งการมีส่วนร่วมในการดำเนินการดังกล่าวของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อเป้าหมายในการเตรียมความพร้อมนักเรียนให้เป็นผู้แทนและเป็นพลเมืองที่มีวิจรณ์ญาณที่รู้จักวิธีการรวบรวมความคิดเห็นหรือรวมกลุ่มกันแสดงความคิดเห็น และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (Bencze, 2017) สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาปัญหาที่น่าสนใจได้จากหลาย ๆ จุด รวมทั้งยังสามารถช่วยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาไปสู่ข้อสรุปในการดำเนินการแก้ไขปัญหา (Angeliki, 2017 as cited in Bencze, 2017)

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zouda, & Nishizawa (2017) อ้างถึงใน Bencze (2017, p. 339) โดยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยมีเป้าหมายหลักคือการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้มุมมองทางวัฒนธรรมและสังคมของตนเองมาใช้ในการพยายามปรับปรุงคุณภาพชีวิตในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนได้ถูกส่งเสริมให้ได้รับความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าวิธีการดังกล่าวมีแนวโน้มที่ดีและส่งผลกระทบต่อกรณีแรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมในการดำเนินการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งสามารถตัดสินใจเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาได้เพิ่มมากขึ้น

ด้วยเหตุผลตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรเป็นอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ขอบเขตการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนนักเรียนห้องเรียนโครงการหลักสูตรภาษาอังกฤษแบบเข้มข้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Intensive English Program: IEP) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

2.2 ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3. ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 โดยเนื้อหาประกอบด้วย พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific decision making ability) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินทางเลือกโดยใช้ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์และร่วมกันพิจารณาถึงผลที่ตามมา คำนึงถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกนำไปสู่การร่วมกันตัดสินใจ โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนมีพฤติกรรมตัดสินใจ ดังนี้

1.1 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง

1.3 สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ

1.4 พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก

1.5 สร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก

1.6 ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ

1.7 แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.8 ทบทวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้เหตุผล

2. การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environment: STEPWISE) หมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนในการแสดงความคิดเห็น และมีความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับการคิดค้นหาแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหา และนำผลที่ได้จากการศึกษานำไปปฏิบัติและเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้อื่นในสังคมให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ในฐานะพลเมืองที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยมีการปรับใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Bencze (2017) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา (Student Reflect) เป็นขั้นที่ครูเสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบจำลอง คลิปวิดีโอ สถานการณ์จากข่าวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ที่แสดงประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลดีและผลเสียของประเด็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียนเองและในด้านอื่น ๆ จากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างเปิดกว้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ความคิด (Teacher Teaches) ครูให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูให้ข้อมูลกับนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คลิปวิดีโอหรือข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม และให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็น

ดังกล่าวทั้งในด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูมีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายถึงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Student Practice) ครูให้นักเรียนพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหาที่คำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และดำเนินการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไข ปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันทบทวนการตัดสินใจเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน และทำชิ้นงานเผยแพร่แนวทางการแก้ไข ปัญหาให้กับพลเมืองในสังคม เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ เป็นต้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเสนอรายละเอียดตามลำดับต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
 - 1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
 - 1.4 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 4 โครงสร้างรายวิชา และผลการเรียนรู้
2. ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 2.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับการตัดสินใจ
 - 2.2 ที่มาและความสำคัญของการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความหมายการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 2.4 แนวทางการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 2.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.1 ความเป็นมาของกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา
สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.3 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม กับการส่งเสริมความสามารถ
ในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2561
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
วิสัยทัศน์ พันธกิจ ประเด็นยุทธศาสตร์ เป้าประสงค์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ของผู้เรียน

วิสัยทัศน์

เป็นผู้นำแห่งการเรียนรู้สู่มาตรฐานสากลภายในปี 2562

พันธกิจ

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม มีลักษณะอัน
พึงประสงค์ ตามหลักสูตรมาตรฐานสากล อยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

2. พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับศักยภาพ
ของผู้เรียนตามมาตรฐานสากล

3. พัฒนาครูให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาและมาตรฐานสากล

4. พัฒนาระบบการบริหารจัดการสู่ความเป็นเลิศด้วยระบบคุณภาพมาตรฐานสากล

ประเด็นยุทธศาสตร์

1. การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

2. การพัฒนาคุณภาพหลักสูตรและจัดการเรียนการสอน

3. การพัฒนาคุณภาพและจริยธรรมของผู้เรียนและบุคลากร

4. การพัฒนาคุณภาพของบุคลากร

เป้าประสงค์

1. ผู้เรียนทุกคนมีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาและมีศักยภาพสู่การเป็นพลโลก
2. หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคุณภาพได้มาตรฐานตามหลักสูตร
3. ผู้เรียนและบุคลากรมีคุณธรรม จริยธรรม ที่เหมาะสมกับสังคมและการปฏิบัติงานอื่น ๆ
4. โรงเรียนมีระบบการบริหารจัดการที่ทำให้เกิดการพัฒนาทั้งองค์กร คุณภาพได้มาตรฐานตามหลักสูตรและเป็นโรงเรียนผู้นำการปฏิรูปการศึกษาสำหรับทศวรรษที่ 20

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้การสังเกต สัมผัส ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว โดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีเป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

1.2.2 เพื่อให้เข้าใจ ขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

1.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

1.2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

1.2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

1.2.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.4 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 1 วิชา และชีววิทยาเพิ่มเติม 5 วิชา โดยมีรายละเอียดจำนวน เวลาที่สอน และหน่วยกิต ดังนี้

ว30241 ชีววิทยา 1 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

ว30242 ชีววิทยา 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

ว30243 ชีววิทยา 3 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

ว30244 ชีววิทยา 4 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

ว30245 ชีววิทยา 5 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน 1.5 หน่วยกิต

ว31105 ชีววิทยาพื้นฐาน เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน 2.0 หน่วยกิต

1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 4 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว30244 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎของความน่าจะเป็น กฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซมองค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้างของ DNA สมบัติของสารพันธุกรรม มีเวทซ์น ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล กำเนิดของสปีชีส์ และวิวัฒนาการของมนุษย์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสืบเสาะหาสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการค้นพบกฎการถ่ายทอดทางพันธุกรรม
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดลและความแปรผันทางพันธุกรรม
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรม
4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

5. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิดมิวเทชัน

6. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับหลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการ

8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ประชากรและการกำเนิดสปีชีส์

9. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการมนุษย์
รวมทั้งหมด 9 ผลการเรียนรู้

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 4 (ว30244) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การถ่ายทอด ทางพันธุกรรม	ข้อ 1 - 2	เมนเดลศึกษาลักษณะ 7 ประการในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา ทำให้พบหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยเมนเดลใช้กฎของความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง เพื่ออธิบายอัตราส่วนของลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก	

ยีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม มีทั้งยีนเด่นและยีนด้อย แต่ละลักษณะจะมียีนควบคุมเป็นคู่ ยีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน เรียกแบบของคู่นี้ว่า ฮอโมไซกัสจีโนไทป์ ส่วนยีนที่ต่างกันเข้าคู่กันเรียกว่า เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ จีโนไทป์ที่เป็นลักษณะเด่นสามารถ

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>ตรวจสอบได้ว่ามีสภาพฮอมอไซกัสหรือเฮเทอโรไซกัสโดยวิธีการผสมเพื่อทดสอบเมนเดลสามารถสรุปผลการศึกษาออกเป็นกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ โดยกฎแห่งการแยกมีใจความสรุปได้ว่า ยีนที่อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในช่วงการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะได้รับเพียงแอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ มีใจความสรุปได้ว่า ยีนที่แยกออกจากยีนที่เป็นคู่กัน จะจับกลุ่มอย่างอิสระกับยีนอื่นที่แยกออกจากคู่กันเช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>กฎของเมนเดลสามารถอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้อย่างกว้างขวาง แต่การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะบางลักษณะไม่เป็นไปตามผลการทดลองของเมนเดล เช่น การข้ามไม่สมบูรณ์ การข้ามร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล พอลิยีน ยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ ซึ่ง</p>	16

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
2	ยีนและ โครโมโซม	ข้อ 3 - 5	<p>ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล</p> <p>ยีนอยู่ที่โครโมโซม และโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีจำนวนคงที่ โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน ส่วนของ DNA ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า ยีน และ DNA ทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม ซึ่ง DNA เป็นพอลิ-นิวคลีโอไทด์ 2 สาย บิดเป็นเกลียวเวียนขวา แต่ละสายเกิดจากนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสายยาว นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย ไนโตรจีนัสเบส น้ำตาลดีออกซีไรโบส และหมู่ฟอสเฟต DNA แต่ละโมเลกุลแตกต่างกันที่จำนวนและลำดับนิวคลีโอไทด์</p> <p>DNA เป็นสารพันธุกรรม สามารถจำลองตัวเองขึ้นได้ใหม่ โดยมีโครงสร้างทางเคมีและลำดับของนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน โดยถ่ายทอดรหัสพันธุกรรมให้แก่ mRNA เพื่อกำหนดลำดับของกรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน โปรตีนเกี่ยวข้องกับ การแสดงลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เอนไซม์ที่ทำงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต</p>	20

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>สิ่งแวดล้อม ความผิดพลาดในการจำลอง DNA และสารเคมีบางชนิดมีผลให้โครงสร้างของ DNA เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า มิวเทชัน มิวเทชันเฉพาะจุดและมิวเทชันระดับโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ จึงอาจเกิดลักษณะใหม่ในสิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไป หากมิวเทชันเกิดในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ แต่อาจจะแสดงอาการและปรากฏในสิ่งมีชีวิตนั้น</p>	20
3	พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยี ทาง DNA	ข้อ 6	<p>เทคโนโลยีทาง DNA เป็นเทคโนโลยีชีวภาพแขนงหนึ่ง ซึ่งนำมาใช้เพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตมีสมบัติตามที่ต้องการ</p> <p>พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิคการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะตัด DNA ทั้งสองสายที่จุดตัดจำเพาะ ถ้าตำแหน่งที่เป็นจุดตัดเยื้องกัน จะทำให้เกิดปลายเหนียว เมื่อตัดสาย DNA ต่างโมเลกุลกันด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน ปลายสายของ DNA จะมีลำดับเบสที่เข้าคู่กันได้ และเชื่อมต่อกันด้วยเอนไซม์ DNA ไลเกส ทำให้เกิด DNA รีคอมบิแนนท์</p>	12

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA นำมาใช้ในทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรมในการวินิจฉัยโรค นอกจากนี้ยังนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม ส่วนในด้านนิติวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการสร้างลายพิมพ์ DNA ซึ่งแต่ละบุคคลมีรูปแบบของ DNA แตกต่างกันได้ สามารถนำไปพิสูจน์ตัวบุคคล ความสัมพันธ์ทางสายเลือดและคดีอาญาต่าง ๆ การประยุกต์ใช้ในเชิงการเกษตร การประยุกต์ใช้เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างสายพันธุ์จุลินทรีย์ หรือพืชที่สามารถย่อยสลายสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น</p>	12
			<p>ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์และการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (GMOs) เป็นไปอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตลักษณะใหม่ ๆ ขึ้นมากมาย ซึ่งอาจมีผลเสียจากการใช้เทคโนโลยีได้ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ซึ่งอาจทำให้เกิดเชื้อโรคสายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ดื้อยาปฏิชีวนะ ซึ่งอาจเป็นภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องมีการคำนึงถึงมุมมองทางสังคม</p>	

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			และจริยธรรมในการนำเทคโนโลยีทาง DNA มาใช้	
4	วิวัฒนาการ	ข้อ 7 - 9	<p>สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันนี้เป็นสิ่งมีชีวิต ที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากบรรพบุรุษ ในอดีตมาเป็นระยะเวลาหลายชั่วรุ่น และถูกคัดเลือกให้มีชีวิตรอดอยู่ใน สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันใน ระยะเวลาที่ยาวนาน การเปลี่ยนแปลง ของสิ่งมีชีวิตจากอดีตมาจนถึงปัจจุบันนี้ เรียกว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หลักฐานที่บ่งบอกว่าสิ่งมีชีวิตมี วิวัฒนาการศึกษาได้จาก หลักฐานจาก ซากดึกดำบรรพ์ หลักฐานจากกายวิภาค เปรียบเทียบ หลักฐานจากวิทยา เอ็มบริโอเปรียบเทียบ หลักฐานจากด้าน ชีววิทยาระดับโมเลกุล และหลักฐานทาง ชีวภูมิศาสตร์ เป็นต้น</p> <p>ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความรู้ ทางพันธุศาสตร์ประชากรในการอธิบาย การเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและ ปัจจัยที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการ ได้แก่ มิวเทชัน การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงความถี่ยีนอย่างไม่ จำเพาะเจาะจง การถ่ายเทการ เคลื่อนย้ายยีนและการเลือกคู่ผสมพันธุ์</p>	12

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>โดยปัจจัยดังกล่าวทำให้ยื่นพูลใน ประชากร เปลี่ยนแปลงหรือเกิด วิวัฒนาการขึ้นและทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตสปี ชีส์ใหม่ขึ้น</p> <p>สิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันจะมีกลไก ในการป้องกันการผสมพันธุ์ต่างสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่เป็นผลมาจาก การแยกกันทางการสืบพันธุ์ การแบ่งแยก ทางภูมิศาสตร์ และการเปลี่ยนแปลง จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตในเขต ภูมิศาสตร์เดียวกัน การพัฒนาที่เกิดขึ้น ในโลกปัจจุบันทำให้สิ่งแวดล้อมมีการ เปลี่ยนแปลงและมีผลกระทบต่อ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เช่น การดื้อสาร ฆ่าแมลง และการดื้อยาปฏิชีวนะ ก่อให้เกิดการสูญเสียมความหลากหลาย ทางชีวภาพ</p>	12

ผลการเรียนรู้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสอนในเนื้อหาของวิชาเพิ่มเติม รายวิชา ว30244 ชีววิทยา
เพิ่มเติม 4 จากการศึกษาหลักสูตรแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่มีหลักสูตรครอบคลุมเนื้อหา
เกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA หน่วยการเรียนรู้ที่ 17 เรื่อง พันธุศาสตร์และ
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต โดยรายวิชาเพิ่มเติมดังกล่าว
มีการกำหนดผลการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ข้อที่ 6 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA และ
การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific decision-making ability)

2.1 ความหมายของการตัดสินใจ

การตัดสินใจ เป็นรูปแบบของการใช้ความคิดในระดับสูง (High Order Thinking Skill) แบบหนึ่ง ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Decision making โดยนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ ดังนี้

Kortland (1996, p. 675) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจ คือ การตัดสินใจเลือกจากทางเลือกหลาย ๆ ทางเลือกโดยใช้วิจารณญาณเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับบุคคลหรือปัญหาที่เกิดขึ้นภายในสังคม

Saaty (2008) การตัดสินใจเป็นสิ่งที่เป็นามธรรมที่ไม่สามารถจับต้องได้ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการเลือกบางสิ่งบางอย่างเพียงสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้น และเมื่อต้องทำการตัดสินใจเลือกแล้วผู้ตัดสินใจจะต้องมีการวัดและประเมินว่าสิ่งที่ตัดสินใจเลือกนั้นสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของตนเองได้ดีเพียงใด

Bermudez (2009) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจคือการเลือกทางเลือกจากหลาย ๆ ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละบุคคลเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา

Uskola, Maguregi, & Jimenez Aleixandre (2010) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจคือกระบวนการในการรวบรวมข้อมูล ระบุ ชั่งน้ำหนักความเป็นไปได้ของทางเลือก และการเลือกทางเลือกต่าง ๆ จากการตัดสินใจประเมินค่า

มหาวิทยาลัยออกซฟอร์ด (2012) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจคือการกระทำหรือกระบวนการในการตัดสินใจบางสิ่งบางอย่าง หรือการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหา หรือการตัดสินใจเลือกในสิ่งที่ควรทำหรือสิ่งที่ผู้ตัดสินใจคิดว่าดีที่สุดในการกระทำต่าง ๆ ที่สามารถเป็นไปได้

ศรีสุรางค์ ทินะกุล (2542, น. 183) กล่าวว่า ในบางปัญหาผู้ทำการตัดสินใจต้องทำการตัดสินใจภายใต้สภาวะที่แน่นอน ทำให้การตัดสินใจทำไม่ยาก แต่ในบางปัญหาผู้ทำการตัดสินใจต้องทำการตัดสินใจภายใต้สภาวะการณ์ที่ไม่แน่นอน ทำให้การตัดสินใจเป็นไปได้ไม่ถ้ง่ายนัก จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลหลาย ๆ ทางมาประกอบการพิจารณาการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดที่เหมาะสมนั้น

ปริญญา บุญเกตุ (2547, น. 31) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจเป็นเรื่องของกระบวนการในการเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งจากทางเลือก

ที่หลากหลาย โดยต้องมีการชั่งน้ำหนักแต่ละทางเลือกเหล่านั้นเพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

ทองใบ นีกุ่นจิตร (2548, น. 40) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจคือการกระทำของบุคคลในการเลือกทางเลือกที่มีอยู่หลาย ๆ ทางเลือก โดยการรวบรวมและประเมินข้อมูลและสิ่งประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ โดยการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพียงทางเลือกเดียวที่สามารถตอบสนองเป้าหมาย หรือความต้องการของผู้เลือกเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจนกระทั่งนำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติ

ยูดา รักไทย, และธนิกันต์ มาชะศิริานนท์ (2548, น. 1) ได้ให้ความหมายของการตัดสินใจไว้ว่า การตัดสินใจเป็นการเลือกเอาวิธีการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งจากวิธีการปฏิบัติหลาย ๆ วิธีการที่มีอยู่

จากความหมายของการตัดสินใจที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การตัดสินใจ หมายถึง การพิจารณาเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งจากทางเลือกที่มีอยู่หลากหลายทางเลือกเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากการรวบรวมข้อมูลหรือประเมินข้อมูลและสิ่งประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ เพื่อนำไปใช้ประกอบการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดที่สามารถตอบสนองความต้องการผู้เลือกในการแก้ไขปัญหา นั้นให้สำเร็จ

2.2 ที่มาและความสำคัญของการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ในการประชุมวิชาการนานาชาติครั้งแรกเกี่ยวกับแนวโน้มการศึกษาวิทยาศาสตร์โลก Watson (1980) ได้กล่าวว่า การตัดสินใจจะต้องเป็นส่วนสำคัญในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ทุกศาสตร์ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงการเป็นพลเมืองที่จะต้องใส่ใจ และมีอำนาจในการตัดสินใจในการมีความรับผิดชอบต่อสังคมในฐานะการเป็นพลเมืองของสังคม ซึ่งการเจริญเติบโตเศรษฐกิจรวมไปถึงความอยู่รอดของประเทศนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการตัดสินใจของพลเมืองในสังคมนั้นเช่นกัน จากการพัฒนาของนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะช่วยส่งเสริมให้การพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมเติบโตขึ้นแต่อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถสร้างปัญหาทางจริยธรรมและสังคมซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการตัดสินใจร่วมกันของคนในสังคมนั้น ตัวอย่างเช่น พลังงานนิวเคลียร์ การเพิ่มจำนวนของประชากร การเกิดสงคราม การขาดแคลนพลังงาน และความก้าวหน้าทางการแพทย์ เป็นต้น ดังนั้นการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมเหล่านี้นำมาซึ่งตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งอย่างน้อยที่สุดมีความเกี่ยวข้องกับการเมือง เศรษฐกิจ จริยธรรม วิทยาศาสตร์ และอุดมการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนในสังคม (Gaskell, 1982; Thelen, 1983;

Woffle, 1980 as cited in Aikenhead, 1985) แม้ว่าการตัดสินใจในบริบททางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเป็นพลเมือง ซึ่งความซับซ้อนของประเด็นปัญหานี้อาจทำให้เกิดความสับสนต่อพลเมืองในสังคม ด้วยเหตุนี้การตัดสินใจจึงเป็นเป้าหมายหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Aikenhead, 1985)

สภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (1996) กล่าวว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ถือเป็นกุญแจที่สำคัญในการสนับสนุนการรู้วิทยาศาสตร์ หรือสามารถพูดได้ว่าช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และยังรวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในสังคม วัฒนธรรม และการผลิตทางเศรษฐกิจในฐานะการเป็นพลเมืองในสังคม ดังนั้นการศึกษามีความจำเป็นที่จะต้องเน้นการตัดสินใจซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ในฐานะของผู้มีสิทธิเลือกตั้ง แรงงาน ผู้กำหนดนโยบาย และผู้บริโภคในอนาคต นักเรียนทั้งในส่วนของที่ศึกษาในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และที่ศึกษาในสาขาอื่น จะต้องมีการเตรียมความพร้อมในการที่จะเป็นผู้ตรวจสอบในประเด็นสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และจำเป็นที่จะต้องทำให้นักเรียนแสดงถึงความรับผิดชอบในสังคมในฐานะการเป็นพลเมืองในสังคมจากการตัดสินใจที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Rutherford, & Ahlgren, 1989) สถาบันการศึกษามีหน้าที่ในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับทุกแง่มุมของชีวิต ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้พวกเขาสามารถเรียนรู้ทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น การบูรณาการความรู้และการตัดสินใจ ตลอดจนการพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ตลอดชีวิต (Pellegrino, & Hilton, 2013 as cited in Dauer, Lute, & Strak, 2016, pp. 124)

ดังนั้นการตัดสินใจจึงเป็นเป้าหมายที่ระบุไว้ในหลักสูตรการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จากการวิเคราะห์ของ Ryder (2001) อ้างถึงใน Fensham (2012, p. 20) แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจนั้น นักเรียนจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ถึงแม้ว่าปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์นั้นมีความชัดเจนและน่าเชื่อถือ แต่การตัดสินใจของมนุษย์นั้นมีความมากกว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว และการตัดสินใจจะมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเมื่อแต่ละคนมีมุมมองทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นของตนเองซึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับระดับการศึกษาของแต่ละบุคคลด้วยเช่นกัน

2.3 ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นได้กลายมาเป็นหัวข้อสำคัญของงานวิจัยการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริม

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1989; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Ratcliffe, & Grace 2003; Zeidler et al., 2003; Sadler, 2004; Sadler and Zeidler 2005 as cited in Sadler et al., 2007) โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในการกำหนดสถานการณ์ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงค่านิยมที่เป็นบรรทัดฐานของสังคมในโลกปัจจุบันด้วย (Sadler, & Zeidler 2005, pp. 113 as cited in Kolsto 2006, p. 1691)

บริบทของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้เป็นประเด็นปัญหาในวิทยาศาสตร์ศึกษานั้น จะต้องเป็นประเด็นที่เน้นให้นักเรียนได้มีการพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่มีความซับซ้อนในประเด็นปัญหานั้น และมีการรวบรวมทางเลือกและประเด็นข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การได้มาซึ่งทางเลือกที่ยั่งยืนในการนำไปใช้แก้ปัญหา (Sadler, & Donnelly 2006, p. 1464) ซึ่งการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนนี้เป็นการเน้นให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการศึกษาของนักเรียนในฐานะพลเมืองในสังคม (Kolsto, 2001; Jimenez Aleixandre, & Munoz, 2002 as cited in Sadler et al., 2007)

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้ง และส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนอย่างแพร่หลาย (Driver et al., 2000 as cited in Sadler et al., 2007) ดังนั้นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องใช้กลยุทธ์ในการตัดสินใจที่ซับซ้อนซึ่งมีความแตกต่างจากการตัดสินใจทั่วไปในชีวิตประจำวัน (Seethaler, & Linn, 2004 as cited in Eggert et al., 2013)

ผลจากงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนนั้นมีความหลากหลาย และนักเรียนสามารถเลือกเพียงสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากความคิดเห็นที่หลากหลายนั้น และสามารถบอกข้อบกพร่องของสิ่งที่ตนเองไม่ได้เลือกได้

ในปีค.ศ. 1972 Piaget และ ในปีค.ศ. 1978 Izzi ได้เสนอทฤษฎีว่าบุคคลมีแนวโน้มที่จะให้เหตุผลในระดับที่มีความซับซ้อนมากขึ้นจากการที่พวกเขาที่มีความรู้เพิ่มมากขึ้น ถ้าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าผู้ที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควรมีการให้เหตุผลที่แตกต่างไปจากประเด็นเหล่านี้มากกว่าผู้ที่ไม่

ในปีค.ศ. 1984 Zeidler, & Schafer รายงานว่าความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดในเชิงบวก และความมุ่งมั่นอย่างยิ่งในประเด็นใดประเด็นหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับระดับการให้เหตุผลในเชิงจริยธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยได้มีการใช้วิจารณ์ญาณทางสังคม

ในปีค.ศ. 1997 Ratcliffe รายงานว่านักเรียนสามารถเปรียบเทียบชุดของทางเลือกที่ตนเองสร้างขึ้นได้แต่เป็นการเลือกทางเลือกที่ยังไม่เป็นระบบมากนัก นอกจากนี้เขายังพบว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลอย่างเป็นระบบในช่วงที่มีการตัดสินใจเข้ามาแทรกแซง โดยที่จะต้องมีการตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่เกิดข้อถกเถียงและจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาในขอบเขตที่จำกัด

ในปีค.ศ. 2004 Hong, & Chang รายงานว่านักเรียนจะมุ่งเน้นไปที่แง่มุมที่จำกัดในสถานการณ์ที่จำเป็นจะต้องใช้การตัดสินใจ และไม่ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบเพื่อนำไปใช้เลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งที่เป็นไปได้ไปใช้กับสถานการณ์นั้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะตัดทางเลือกออก และลดจำนวนของทางเลือกลงผ่านกระบวนการที่จำกัด

ในปีค.ศ. 2006 Kolsto รายงานว่าการนำเสนอรูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลายและแตกต่างกันนั้นเป็นวิธีการกระตุ้นให้เกิดการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการตัดสินใจ ดังนั้นจึงเป็นหนทางหนึ่งในการนำมาใช้ส่งเสริมการตัดสินใจของนักเรียน

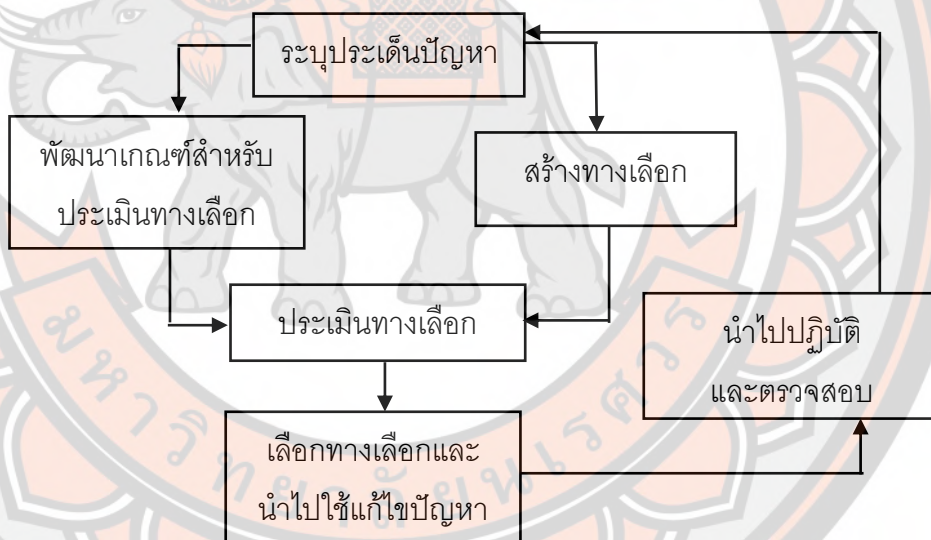
การตัดสินใจในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนนั้นมักจะเกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิพากษ์หลายอย่าง เช่น การทำความเข้าใจขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหา การรวบรวมและการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ชี้แจงถึงความกังวลและค่านิยมที่เกิดขึ้นจากประเด็นปัญหาหรือความขัดแย้งในเรื่องต่าง ๆ (Ratcliffe, 1997; Siegel, 2006) โดยนักเรียนจะต้องมีการประเมินความเกี่ยวข้องใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และการเลือกตัดสินใจจากการพิจารณาและเคารพในมุมมองที่แตกต่างกันของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม นำไปสู่การตัดสินใจของสมาชิกกลุ่มที่เป็นไปในทางเดียวกัน ด้วยเหตุนี้นักเรียนควรพัฒนาตนเองในการตัดสินใจ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม (Deneubourg, & Goss, 1989) ดังนั้นเพื่อพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนซึ่งไม่เพียงแต่จะมุ่งเน้นไปที่ผลหลังจากการอภิปรายของนักเรียนเท่านั้น แต่ยังคงพิจารณาไปถึงกระบวนการตัดสินใจของนักเรียน เช่น วิธีการที่นักเรียนสามารถประเมินจากการคำนึงถึงข้อมูลที่มีอยู่ หากสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้สนับสนุนการตัดสินใจของนักเรียนก็จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมร่วมกัน รวมทั้งสามารถสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การลงคะแนนเสียง หรือการวิเคราะห์การตัดสินใจ โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจดังนี้

จากการศึกษากระบวนการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่เหมาะสม จากเอกสารต่าง ๆ พบว่านักวิชาการหลายท่านได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

Kortland (1996) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Defining the problem)
2. สร้างทางเลือก (Generating options)
3. สร้างเกณฑ์สำหรับการประเมินทางเลือก (Formulating criteria for evaluating options)
4. การตัดสินใจ (Making decisions)
5. การสะท้อนระหว่างนักเรียน (Reflection among students)

ซึ่งแสดงได้ดังแผนภาพ 1 ดังนี้



ภาพ 1 แสดงแบบจำลองของกระบวนการตัดสินใจของ Kortland (1996)

ที่มา: Kortland, 1996, p. 675

Ratcliffe (1997) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การสร้างทางเลือก (Options) ระบุทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา
2. การสร้างเกณฑ์ (Criteria) พัฒนาเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือก

3. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Information) รวบรวมข้อมูล และชี้แจงความรู้รวมถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเกณฑ์

4. การสำรวจ (Survey) ประเมินข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกและนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

5. ตัดสินใจเลือกทางเลือก (Choice) การตัดสินใจเลือกทางเลือกโดยอาศัยจากการวิเคราะห์

6. ทบทวนการตัดสินใจ (Review) ประเมินกระบวนการตัดสินใจและปรับปรุงแก้ไขวิธีการที่เป็นไปได้ก่อนนำไปใช้แก้ปัญหา

Keefe (2003) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหาจากประเด็นปัญหา
2. ระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องและปัจจัยแฝงในประเด็นปัญหานั้น
3. เสนอวิธีการแก้ไขปัญหา
4. ให้คำวิพากษ์วิจารณ์ในประเด็นปัญหานั้น
5. พิจารณาทางเลือกอื่น ๆ ที่ให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างกัน
6. ระบุและประเมินผล
7. เสนอทางเลือกอื่น ๆ ที่นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา

Lee, & Grace (2010, p. 157) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายมุมมอง (Gathering information from multiple perspectives) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากมุมมองทั้งผู้ที่มีส่วนได้และส่วนเสีย และจากหลักฐานทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์และเชิงสังคม

2. การโต้แย้ง (Argumentation) เป็นการสร้างตัวเลือก พิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย และระบุนการประเมินค่าพื้นฐาน

3. การตัดสินใจบนพื้นฐานตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ (Decision making based on criteria) เป็นการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจจากการใช้เหตุผล และจากการสื่อสารที่นำไปสู่การตัดสินใจ ซึ่งแสดงได้ดังแผนภาพ ดังนี้



ภาพ 2 แสดงกรอบแนวคิดกระบวนการตัดสินใจของ Lee และ Grace (2010)

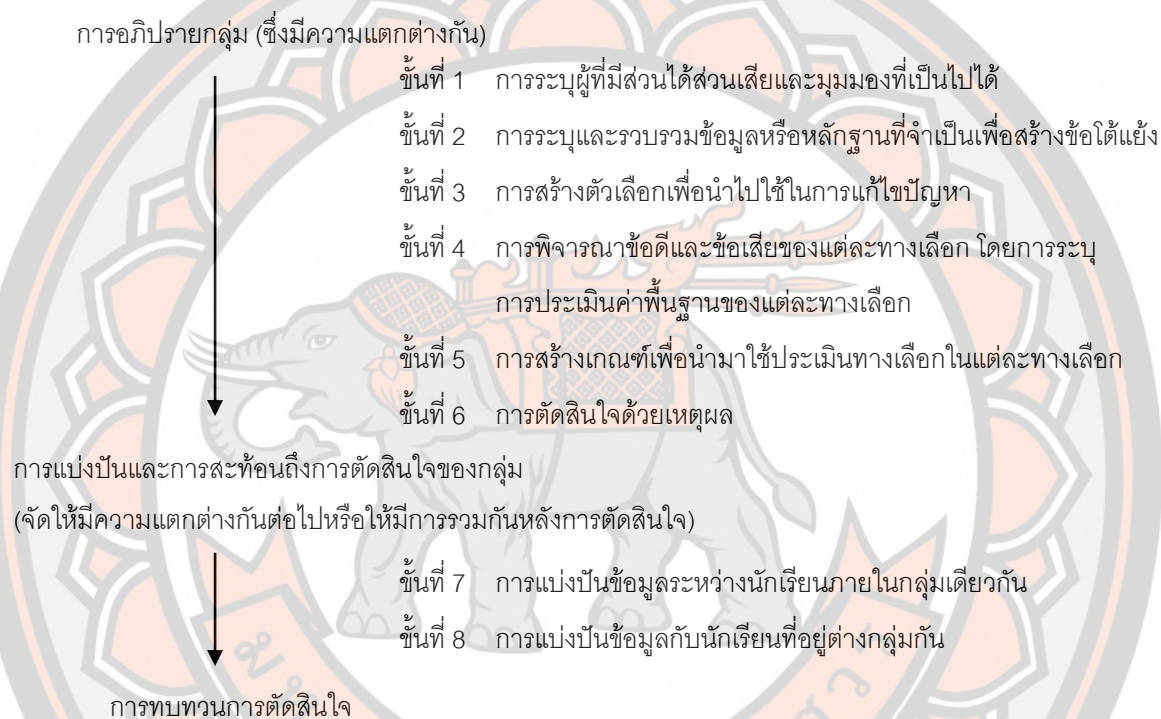
ที่มา: Lee, & Grace, 2010, p. 157

Lee, & Grace (2012, p. 791) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (Identifying stakeholders) คือ การระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากมุมมองที่เป็นไปได้
2. เก็บรวบรวมข้อมูล (Collecting information) คือ การระบุและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานที่จำเป็นเพื่อสร้างข้อโต้แย้ง
3. สร้างทางเลือก (Generating options) คือ การสร้างตัวเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา
4. พิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก (Considering pros and cons of options) คือ การพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก โดยการระบุการประเมินค่าพื้นฐานของแต่ละทางเลือก
5. สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก (Formulating criteria for evaluating options) คือ การสร้างเกณฑ์เพื่อนำมาใช้ประเมินทางเลือกในแต่ละทางเลือก
6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก (Making Decisions) คือ การตัดสินใจด้วยเหตุผล

7. สะท้อนผล (Reflection among students) คือ การแบ่งปันข้อมูลระหว่างนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน

8. สะท้อนผลในมุมมองที่แตกต่างกัน (Reflection in a different location) คือ การแบ่งปันข้อมูลกับนักเรียนที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ตามที่ได้แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงกรอบแนวคิดการตัดสินใจของ Lee และ Grace (2012)

ที่มา: Lee, & Grace, 2012, p. 791

Dauer Lute, & Straka (2017, pp. 127) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Define the problem) นักเรียนเห็นและสามารถระบุประเด็นสำคัญของปัญหา

2. การสร้างทางเลือก (Options) นักเรียนสร้างทางเลือกที่เป็นแนวทางที่สามารถเป็นไปได้ในการนำไปใช้แก้ปัญหา

3. การสร้างเกณฑ์ (Criteria) นักเรียนพิจารณาเลือกทางเลือกและประเมินถึงผลลัพธ์ที่จะตามมาของแต่ละทางเลือก

4. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Information) นักเรียนประเมินว่ามีข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินแต่ละทางเลือกหรือไม่ มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานี้ และยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกบ้างเพื่อนำมาช่วยในการตัดสินใจ

5. การวิเคราะห์ทางเลือก (Analysis) นักเรียนอภิปรายและพิจารณาว่าทางเลือกใดมีน้ำหนักเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และความแตกต่างของแต่ละทางเลือกคืออะไร

6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก (Choice) นักเรียนตัดสินใจเลือกทางเลือกกว่าจะเลือกทางเลือกใดเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

7. ทบทวนการตัดสินใจ (Review) นักเรียนสะท้อนผลการตัดสินใจ และเสนอแนวทางการพัฒนาทางเลือกที่ตัดสินใจ

นวรรตน์ กฤตเวทิน (2546, น. 23) ได้กำหนดและสรุปกระบวนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา และสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. การสร้างทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์มาช่วยในการสร้างทางเลือกเพื่อใช้แก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด

3. การประเมินทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การตัดสินใจเลือกทางเลือก หมายถึง ความสามารถในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติในการแก้ปัญหา

ปริญญา บุญเกตุ (2547, น. 34-35) ได้ใช้กระบวนการตัดสินใจโดยดำเนินการตามกระบวนการตัดสินใจของ Dinklage ดังนี้

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้ว่าปัญหานั้นคืออะไร

2. บอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเลือกทางเลือก นักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจได้

3. บอกทางเลือกที่มีอยู่ นักเรียนสามารถบอกได้ว่ามีทางเลือกใดบ้างสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. บอกข้อดีข้อเสียของแต่ละทางเลือก นักเรียนสามารถบอกข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกได้ว่าทางเลือกใดมีน้ำหนักที่ดีกว่าในการนำไปใช้แก้ปัญหา

5. ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมได้

6. ดำเนินการ นักเรียนสามารถลงมือดำเนินการตามแนวทางที่ตัดสินใจได้

7. ทบทวนการตัดสินใจและผลที่ได้รับ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแนวทางที่ตัดสินใจนั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2554, น. 34-35) ได้กำหนดการตัดสินใจที่มีลักษณะร่วมกันของนักการศึกษาและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) ประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจ ดังนี้

1. กำหนดประเด็น (Identify the issue) หมายถึง การตระหนักว่าตนเองจะต้องมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในประเด็นปัญหาหรือประเด็นที่สนใจเรื่องใด

2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Search and select necessary information) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ จำเป็นและมากเพียงพอสำหรับการตัดสินใจในเรื่องนั้น ๆ

3. เสนอทางเลือก (Prescribe potential alternative) หมายถึง การใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างทางเลือกที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ในประเด็นที่สนใจ

4. ประเมินทางเลือก (Evaluation of alternative) หมายถึง การเปรียบเทียบ และประเมินข้อดีและข้อเสียในแต่ละทางเลือก ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ในประเด็นที่สนใจ

5. ตัดสินใจเลือกทางเลือก (Decision to select alternative) หมายถึง การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ในประเด็นที่สนใจ

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า กระบวนการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่เหมาะสม โดยต้องทำการพิจารณาเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาจากการรวบรวมข้อมูล และทำการประเมินข้อมูล เพื่อนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ผู้วิจัยได้สรุปกระบวนการตัดสินใจของนักการศึกษาแต่ละท่าน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงกระบวนการตัดสินใจ

	กระบวนการตัดสินใจ						
Kortland (1996)	1. ระบุปัญหา	2. สร้างทางเลือก	3. สร้างเกณฑ์สำหรับ การประเมิน ทางเลือก	4. การตัดสินใจ	5. การสะท้อน ระหว่างเรียน		
Ratcliffe (1997)	1. การสร้าง ทางเลือก ระบุทางเลือกที่ หลากหลายใน การแก้ไขปัญหา	2. การสร้าง เกณฑ์ พัฒนาเกณฑ์ที่ เหมาะสม สำหรับ เปรียบเทียบ ทางเลือกแต่ละ ทางเลือก	3. รวบรวม ข้อมูล ที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูล และชี้แจง ความรู้รวมถึง หลักฐานทาง วิทยาศาสตร์ สำหรับเกณฑ์	4. การสำรวจ ประเมินข้อดีและ ข้อเสีย ของแต่ละ ทางเลือก และนำไป เปรียบเทียบกับ เกณฑ์ ที่สร้างขึ้น	5. ตัดสินใจ เลือกทางเลือก การตัดสินใจ เลือกทางเลือก โดยอาศัยจาก การวิเคราะห์	6. ทบทวน การตัดสินใจ ประเมิน กระบวนการ การตัดสินใจ และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ ที่เป็นไปได้ก่อน นำไปใช้แก้ไข ปัญหา	
Keefer (2003)	1. ระบุปัญหา จากประเด็น ปัญหา	2. ระบุความรู้ ที่เกี่ยวข้อง และปัจจัยแฝง ในประเด็น ปัญหานั้น	3. เสนอวิธีการ แก้ไขปัญหา	4. ให้อำนาจ วิพากษ์วิจารณ์ ในประเด็น ปัญหานั้น	5. พิจารณา ทางเลือก อื่น ๆ ที่ให้ข้อ โต้แย้ง ที่แตกต่างกัน	6. ระบุและ ประเมินผล	7. เสนอ ทางเลือกอื่น ๆ ที่นำไปใช้ใน การแก้ไข ปัญหา

ตาราง 2 (ต่อ)

กระบวนการตัดสินใจ								
Lee, & Grace (2010)	1. การรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายมุมมอง การรวบรวมข้อมูลจากมุมมองทั้งผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย และจากหลักฐานทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์ และเชิงสังคม	2. การโต้แย้ง สร้างตัวเลือก พิจารณาถึง ข้อดีและข้อเสีย และระบุการประเมินค่าพื้นฐาน	3. การตัดสินใจบนพื้นฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กำหนดเกณฑ์ การตัดสินใจ จากการใช้ เหตุผล และจากการสื่อสารที่นำไปสู่การตัดสินใจ					
Lee, & Grace (2012)	1. ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย	2. เก็บรวบรวมข้อมูล	3. สร้างทางเลือก สร้างตัวเลือก	4. พิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก	5. สร้างเกณฑ์ การประเมินของแต่ละ	6. ตัดสินใจเลือก ทางเลือก	7. สะท้อนผล นักเรียนแบ่งปันข้อมูลระหว่าง	8. สะท้อนผล ในมุมมองที่แตกต่างกัน

ตาราง 2 (ต่อ)

กระบวนการตัดสินใจ							
ระบุผู้ที่มีส่วน ได้ส่วนเสียจาก มุมมองที่ เป็นไปได้	ระบุและ รวบรวมข้อมูล หรือหลักฐานที่ จำเป็นเพื่อสร้าง ข้อโต้แย้ง	เพื่อนำไปใช้ใน การแก้ไขปัญหา	พิจารณาข้อดีและ ข้อเสียของแต่ละ ทางเลือก โดยการระบุ การประเมินค่า พื้นฐานของแต่ละ ทางเลือก	ทางเลือก สร้างเกณฑ์ เพื่อนำมาใช้ ประเมิน ทางเลือกในแต่ละ ละทางเลือก	โดยตัดสินใจ ด้วยเหตุผล	นักเรียนภายใน กลุ่มเดียวกัน	นักเรียนแบ่งปัน ข้อมูลกับนักเรียน ที่อยู่กลุ่มต่างกัน
Dauer Lute และ Straka (2017)	1. การระบุ ปัญหา นักเรียนเห็น และสามารถ ระบุประเด็น สำคัญของ ปัญหา	2. การสร้าง ทางเลือก นักเรียนสร้าง ทางเลือก นักเรียนสร้าง ทางเลือก ที่เป็นแนวทางที่ สามารถเป็นไปได้ ในการ	3. การสร้าง เกณฑ์ นักเรียน พิจารณาเลือก ทางเลือกและ ประเมินถึง ผลลัพธ์ที่จะ ตามมาของแต่ละ ละทางเลือก	4. รวบรวม ข้อมูล ที่เกี่ยวข้อง นักเรียนประเมิน ว่า มีข้อมูลเพียง พอที่จะประเมิน ทางเลือกแต่ละ ทางเลือกหรือไม่	5. การ วิเคราะห์ ทางเลือก นักเรียน อภิปรายและ พิจารณาว่า ทางเลือกใดมี น้ำหนักเป็นไปได้ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ และ	6. ตัดสินใจ เลือก ทางเลือก นักเรียน ตัดสินใจเลือก ทางเลือกว่าจะ เลือกทางเลือก ใดเพื่อนำไปใช้ แก้ไขปัญหา	7. ทบทวน การตัดสินใจ นักเรียนสะท้อน ผลการตัดสินใจ และเสนอ แนวทางพัฒนา ทางเลือก ที่ตัดสินใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

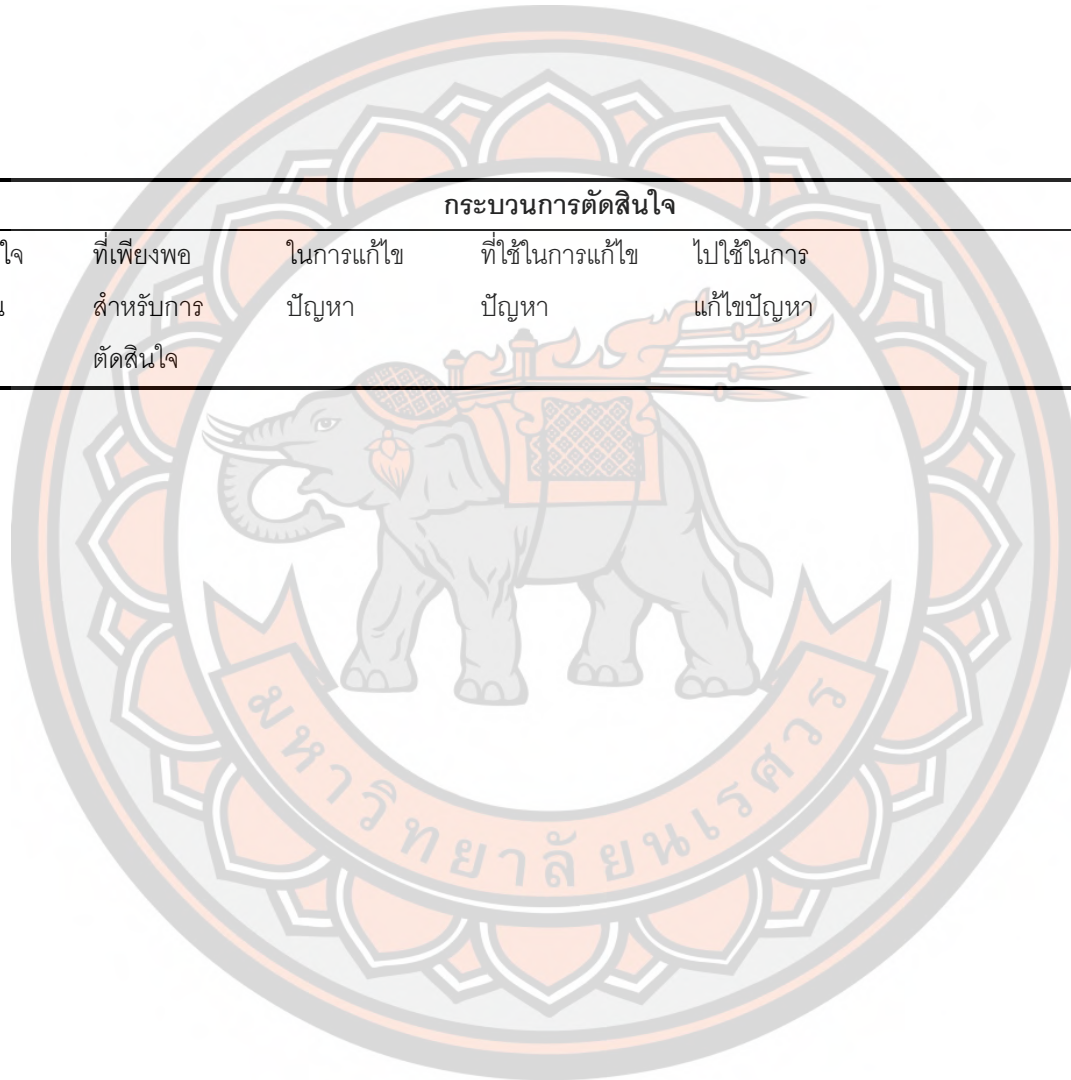
กระบวนการตัดสินใจ				
	นำไปใช้แก้ไข ปัญหา			ความแตกต่าง ของแต่ละ ทางเลือกคือ อะไร
นวัตน์ กฤตเวทิน (2546)	1. การระบุ ปัญหา การระบุปัญหา และสาเหตุของ ปัญหาจาก สถานการณ์ ที่กำหนด	2. การสร้าง ทางเลือก การใช้ข้อมูล ที่มีอยู่ในสถา การณ์มาช่วยใน การสร้าง ทางเลือก เพื่อใช้แก้ไข ปัญหาใน สถานการณ์ ที่กำหนด	3. การประเมิน ทางเลือก การพิจารณา ข้อดีและข้อเสีย ของแต่ละ ทางเลือก ที่ใช้ในการแก้ไข ปัญหา	4. การตัดสินใจ เลือกทางเลือก การตัดสินใจเลือก ทางเลือกที่ดีที่สุด เพื่อนำไปใช้ใน การแก้ไขปัญหา

ตาราง 2 (ต่อ)

กระบวนการตัดสินใจ							
ปริญญา บุญเขต (2547)	1. ระบุปัญหา จาก สถานการณ์ นักเรียนสามารถ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ ที่กำหนดไว้ได้	2. บอกข้อมูล ที่เป็น ประโยชน์ใน การเลือก ทางเลือก นักเรียนสามารถ บอกข้อมูลที่เป็น ประโยชน์ ในการตัดสินใจ ได้	3. บอก ทางเลือกที่มี อยู่ นักเรียนสามารถ บอกได้ว่ามี ทางเลือกใดบ้าง สำหรับใช้ใน การตัดสินใจ เลือกเพื่อแก้ไข ปัญหา	4. บอกข้อดีและ ข้อเสียของแต่ละ ทางเลือก นักเรียนสามารถ บอกข้อดีและ ข้อเสียของแต่ละ ทางเลือกได้ใน การนำไปใช้แก้ไข ปัญหา	5. ตัดสินใจ เลือกทางเลือก ที่ดีที่สุด นักเรียนสามารถ ตัดสินใจเลือก ทางเลือก ที่เหมาะสมได้	6. ดำเนินการ นักเรียนสามารถ ลงมือดำเนินการ ตามแนวทางที่ ตัดสินใจได้	7. ทบทวนการ ตัดสินใจและ ผลที่ได้รับ นักเรียนสามารถ บอกได้ว่า แนวทางที่ ตัดสินใจนั้น ถูกต้องหรือไม่
ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2554)	1. กำหนด ประเด็น การตระหนักรู้ว่า ตนเองจะต้องมี ส่วนร่วมใน	2. รวบรวม ข้อมูลที่ เกี่ยวข้อง การรวบรวม ข้อมูลที่เป็น ประโยชน์	3. เสนอ ทางเลือก การใช้ข้อมูล ที่มีอยู่มาสร้าง ทางเลือกที่มี ศักยภาพ	4. ประเมิน ทางเลือก เปรียบเทียบ และ ประเมินข้อดีและ ข้อเสียในแต่ละ ทางเลือก	5. ตัดสินใจ เลือกทางเลือก การเลือก ทางเลือกที่ดี และเหมาะสม ที่สุด เพื่อนำ		

ตาราง 2 (ต่อ)

กระบวนการตัดสินใจ				
การตัดสินใจ ในประเด็น ปัญหา	ที่เพียงพอ สำหรับการ ตัดสินใจ	ในการแก้ไข ปัญหา	ที่ใช้ในการแก้ไข ปัญหา	ไปใช้ในการ แก้ไขปัญหา



จากการศึกษาขั้นตอนการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจที่เหมาะสม ผู้วิจัยพบว่า ขั้นตอนการตัดสินใจมีความคล้ายคลึงกันคือมีการระบุถึงปัญหา สร้างทางเลือกหลาย ๆ ทางเลือก มีการสร้างเกณฑ์และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องก่อนนำไปใช้ในการตัดสินใจ เพื่อสุดท้ายแล้วนำไปสู่การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ในขณะที่ Lee, & Grace (2012) มีการให้นักเรียนได้ระบุทั้งผู้ที่มีส่วนได้และส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา และมีการให้นักเรียนสะท้อนผลหลังจากการตัดสินใจทั้งภายในกลุ่มและต่างกลุ่มกันของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อตกลงของการตัดสินใจร่วมกันภายในชั้นเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ครอบคลุมมากที่สุดนำไปสู่การระบุพฤติกรรมตัดสินใจของนักเรียนได้ชัดเจนดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการตัดสินใจจาก Lee, & Grace (2012) มาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้คือ ความสามารถในการตัดสินใจเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินทางเลือกโดยใช้ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์และร่วมกันพิจารณาถึงผลที่ตามมา คำนึงถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกนำไปสู่การร่วมกันตัดสินใจ โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนมีพฤติกรรมตัดสินใจ ดังนี้

1. ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง
3. สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ
4. พิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก
5. สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก
6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ
7. แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
8. ทบทวนการตัดสินใจแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้เหตุผล

โดยทั่วไปแล้วการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ในการตัดสินใจที่แตกต่างกัน (Bogeholz, 2007; Eggert, & Bogeholz, 2006 as cited in Gresch et al., 2013) การตัดสินใจหลาย ๆ การตัดสินใจที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่สุดโดยการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ส่วนรวม แต่ในทางตรงข้ามกันสถานการณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นปัญหาในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนซึ่งมีผลกระทบกับกลุ่มบุคคลซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนได้และส่วนเสียต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้กลยุทธ์ในการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น (Arvai et al., 2004; Eggert, & Bogeholz, 2006; Hogan, 2002 as cited in Gresch et al., 2013) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความสามารถในการตัดสินใจในระดับสูงนั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับการพิจารณาเชิงกลยุทธ์ นั่นคือการใช้กลยุทธ์การตัดสินใจอย่างชัดเจนรวมถึงการสะท้อนกระบวนการที่นำมาใช้ในการตัดสินใจ

2.4 แนวทางการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการตัดสินใจ

2.4.1 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI)

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่เป็นข้อถกเถียงถึงปัญหาทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสังคม การเมือง เศรษฐกิจและจริยธรรมมาใช้ในการพิจารณาตัวอย่างของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ประเด็นการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งเป็นปัญหาไปทั่วโลก ปัญหาวิกฤตทางชีวภาพหรือปัญหาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ประเด็นพันธุวิศวกรรม โดยประเด็นเหล่านี้ส่วนใหญ่มักเป็นตัวแทนของปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้เป็นประเด็นแรก ๆ (Kolsto, 2001, p. 294)

ซึ่งโดยส่วนใหญ่ประเด็นปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แต่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาจากการใช้ข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น นอกจากประเด็นปัญหามักมีความซับซ้อนทางด้านจริยธรรมและยังไม่มีวิธีการที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้วิธีแก้ปัญหานั้นก็ยังมีข้อบกพร่องของแต่ละวิธีอยู่ด้วยจึงส่งผลให้ประเด็นปัญหานั้นยังไม่มีวิธีการที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่แน่นอน (Eggert et al., 2013, pp. 3)

ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้รับความสนใจมากขึ้นในหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีสำคัญในการให้ความรู้ความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เช่น สภาพัฒนาหลักสูตรฮ่องกง สภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา เป็นต้น การตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมักมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจรจา เรียกร้อง การกล่าวอ้าง ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยต้องอาศัยความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้างดังกล่าว การรับรู้ถึงความเสี่ยงเกี่ยวกับประเด็น

ปัญหาจากหลักฐาน และจากการพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียซึ่งเป็นทางเลือกในการตัดสินใจจากหลาย ๆ มุมมอง ซึ่งรวมทั้งมุมมองทางด้านจริยธรรม สิ่งแวดล้อม และสังคม โดยกระบวนการให้เหตุผลเหล่านี้ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง ซึ่งการให้เหตุผลนี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Kolsto, 2001; Sadler, 2004; Wu, & Tsai, 2007 as cited in Lee, & Grace, 2012)

การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นประเด็นโต้แย้งในห้องเรียนนั้น ได้มีรายงานว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมสำหรับการตัดสินใจ ในวันที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ใหญ่ในสังคมในอนาคตต่อไป (Sadler, 2004; Zeidler et al., 2005)

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นเป็นปัญหาปลายเปิดซึ่งมีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องทั้งวิทยาศาสตร์และมีมิติที่เกี่ยวข้องกับสังคมด้วยเช่นกัน จึงจำเป็นที่จะต้องให้เหตุผลทางจริยธรรมในกระบวนการตัดสินใจรวมทั้งใช้ทางเลือกที่หลากหลายในการนำมาใช้แก้ไขปัญหา (Sadler, 2004; Zeidler, & Nichols, 2009) และการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับนักเรียน เป็นวิธีการที่นำไปใช้กระตุ้นความคิดของนักเรียนในการตัดสินใจ และนอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กำหนดให้บุคคลทั่วไปนั้นต้องใช้ในการตัดสินใจ โดยมีวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในประเด็นที่เกี่ยวกับกับสุขภาพหรือประเด็นสิ่งแวดล้อม ซึ่งประเด็นดังกล่าวเป็นที่ให้ความสนใจของสาธารณชนทั่วไปหรือพลเมืองในสังคม (Kolsto, 2001; Ratcliffe, 1997; Yang, 2004 as cited in Albe, 2008)

สิ่งที่เป็นข้อดีหนึ่งสิ่งจากการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือและเป็นข้อขัดแย้งกันในบริบทของประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ความหลากหลายของข้อมูล หลักฐาน และทางเลือกที่หลากหลายที่นักเรียนพบยกตัวอย่างเช่น การรับรู้ข่าวผ่านอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคมออนไลน์ มักเป็นข้อมูลที่ไม่มี ความแน่นอนและอาจเป็นข้อมูลที่ขัดแย้งกัน ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างของข้อมูลมากมายที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความขัดแย้งกันแต่ไม่ได้มีบทบาทให้พลเมืองกระทำเพื่อแก้ปัญหาใด ๆ และนอกจากนี้ตำราหรือหนังสือเรียนไม่ได้ช่วยสอน ให้บทเรียน หรือสอนทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือและเป็นประเด็นที่มีความขัดแย้ง ดังนั้นการใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมจากหลักสูตรเดิมที่มีอยู่จะสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และมีทักษะเหล่านี้เพิ่มขึ้นได้ (Emery et

al., 2017) ซึ่งพบรายงานว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นประเด็นโต้แย้งในห้องเรียนนั้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมสำหรับการตัดสินใจในวันที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ใหญ่ในสังคมในอนาคตต่อไป (Sadler, 2004; Zeidler et al., 2005)

2.4.2 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนได้เผชิญกับความต้องการและมีการประมวลผลในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในกระบวนการค้นหาข้อมูลต่าง ๆ รวมไปถึงกระบวนการโต้แย้ง และการให้เหตุผล เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถแก้ไขได้บนพื้นฐานของการหาสาเหตุและการให้เหตุผลในระดับทั่วไปได้ (Sadler, Barab, & Scott, 2007, pp. 375) ซึ่งประการแรกนักเรียนจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจและสามารถอภิปรายประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ ประการที่สองนักเรียนจำเป็นที่จะต้องสามารถสร้างวิธีการแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงมุมมองต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา และประการที่สามนักเรียนต้องสามารถประเมินผลเพื่อการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้สร้างขึ้น (Bernholt, Eggert, & Kulgemeyer, 2012)

Tversky, & Kahneman (2000) รายงานถึงวิธีการที่นักเรียนใช้จัดการกับความไม่แน่นอนและข้อโต้แย้งที่พบจากข้อมูลและหลักฐานพวกเขาจำเป็นที่จะต้องใช้การตัดสินใจซึ่งข้อโต้แย้งในข้อมูลและหลักฐานที่เกิดขึ้นนั้นอาจเกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ยังรวบรวมข้อมูลไม่เพียงพอ หรือยังมีความคลุมเครือในหลักฐาน โดยครูผู้สอนและจากการใช้สื่อสามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาจากการพิจารณาข้อมูลที่มีอยู่นำไปสู่การตัดสินใจที่ดีกว่า

Sadler (2004) ได้รายงานว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อโต้แย้งกับนักเรียน นักเรียนสามารถตอบสนองและสร้างข้อโต้แย้งที่หลากหลายจากในหลาย ๆ มุมมอง เช่น ในประเด็นเกี่ยวกับการวิจัยเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนของมนุษย์ ประเด็นการรักษาน้ำให้สะอาด เป็นต้น

Nielsen (2013) ได้กล่าวเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของนักเรียนไว้ว่า ข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเป็นสิ่งเดียวที่จะสามารถชี้ขาดการตัดสินใจได้ เนื่องจากการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ

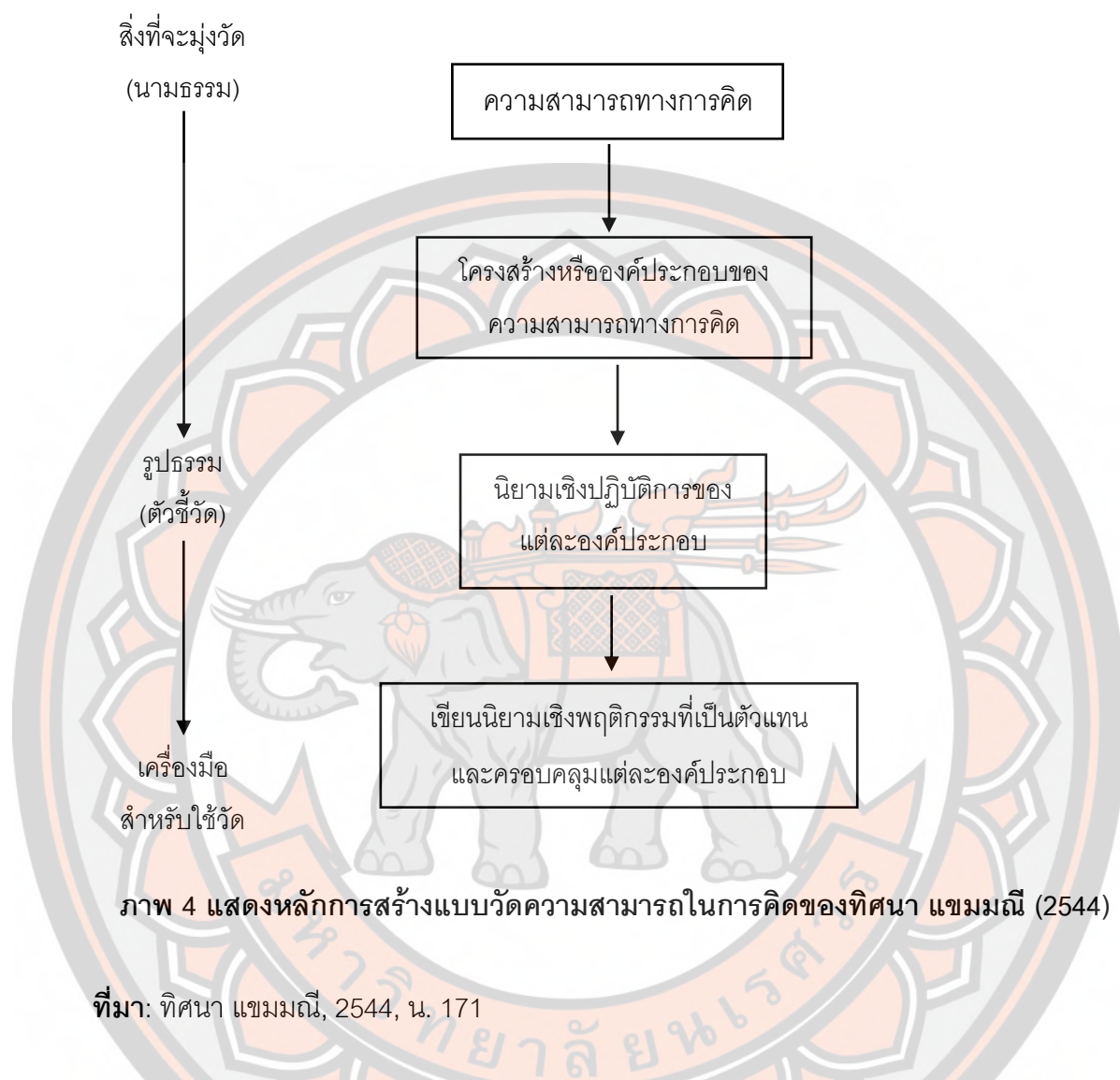
วิทยาศาสตร์จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับค่านิยมและการให้ความสนใจในประเด็นปัญหาของคนในสังคม คำตัดสินจากการใช้ประสบการณ์ส่วนตัว มุมมองทางศาสนา ทศนคติเกี่ยวกับแหล่งที่มาของข้อมูลและความน่าเชื่อถือ และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจจากหลาย ๆ งานวิจัยเกี่ยวกับการตีความหมายและการประเมินข้อมูลที่เป็นข้อถกเถียงในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นมีเพิ่มมากขึ้น และพบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นจะช่วยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะคิดอย่างรอบคอบ และสามารถตัดสินใจอย่างรอบคอบ นำไปสู่การมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหาในสังคมในฐานะพลเมืองของสังคม (Jang, 2013; Rudsberg, Ohman, & Ostman, 2013; Sadler, Chambers, & Zeidler, 2004 as cited in Albe, 2008)

จากการศึกษาแนวทางการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมการตัดสินใจของนักเรียนพบว่า ในการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนนั้นจะต้องมีการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน เป็นข้อถกเถียงในสังคม และยังไม่มียุทธวิธีแก้ไขปัญหาที่แน่นอน เพื่อที่จะให้นักเรียนสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหาพิจารณาทางเลือก และใช้เกณฑ์ประเมินทางเลือกในหลาย ๆ มุมมอง ไม่ใช่เพียงแค่มุมมองทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้นแต่ยังคำนึงถึงจริยธรรมและมุมมองของคนในสังคม ซึ่งตามที่ได้กล่าวมานี้จะนำไปสู่การที่นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดมาใช้แก้ไขปัญหา

2.5 แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ทิสนา แคมมณี (2544, น. 171) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดว่า การคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เป็นการคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหา สิ่งใดสิ่งหนึ่งการคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกตสัมผัสได้ด้วยได้โดยต้องใช้แบบสอบถามมาตรฐานมาช่วยในการวัด ดังนั้นการวัดความสามารถในการคิดผู้สร้างเครื่องมือต้องรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้โครงสร้างการคิด เมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้โครงสร้างหรือองค์ประกอบความคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดของแต่ละองค์ประกอบของความคิด



ภาพ 4 แสดงหลักการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดของทีศนา แชมมณี (2544)

ที่มา: ทีศนา แชมมณี, 2544, น. 171

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 110-111) ได้ระบุไว้ว่าการวัดความสามารถในการคิดมีเป้าหมายการวัดที่เน้นกระบวนการคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหา มากกว่าการวัดความรู้ในเนื้อหาวิชา และให้ความสำคัญกับเนื้อหาตามสาระของหลักสูตร ไม่มากนัก แต่เน้นเนื้อหาทั่วไปที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะใช้ในโอกาสที่แตกต่างกัน เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบ แบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกต ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงลักษณะของเครื่องมือที่มีรูปแบบเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ

ข้อสอบแบบเขียนตอบ เป็นข้อสอบที่นักเรียนแสดงคำตอบด้วยการเขียนตอบโดยใช้ความสามารถของนักเรียนจากการทำความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบ

ที่แสดงถึงการแปลความหมาย การลงข้อสรุปการตัดสินใจ และแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการตัดสินใจจะต้องใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมหรือสะท้อนความคิดออกมา โดยลักษณะของสถานการณ์และคำถามของข้อสอบมีดังนี้

2.5.1 สถานการณ์

1. เนื้อหาในสถานการณ์จะต้องไม่ยากหรือซับซ้อนจนเกินไป ใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบอาจเลือกใช้เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ ซึ่งหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น บทความจากในหนังสือหรือวารสาร หรือข่าวจากหนังสือพิมพ์

2. สถานการณ์ที่นำมาใช้อาจเป็นสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลอง หรือเป็นเรื่องราวที่สมมติขึ้นอย่างมีเหตุผล ช่วยกระตุ้นให้เกิดการคิดและนำเสนอ สถานการณ์เหล่านี้ อาจประกอบด้วยข้อความ แผนภาพ รูปภาพ หรือตารางข้อมูล

2.5.2 คำถาม

1. คำถามที่ใช้ต้องเหมาะสมกับสถานการณ์และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ใช้ภาษาที่ถูกต้อง เข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

2. คำถามที่ใช้สามารถวัดการคิดระดับสูงตามที่ต้องการได้

เมื่อพิจารณารูปแบบการวัดและการประเมินการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้เลือกการใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบเพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน โดยจะใช้ใบกิจกรรมเพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจระหว่างเรียน และแบบที่สองใช้แบบทดสอบการตัดสินใจ โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินการตัดสินใจของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวชี้วัดสำหรับการให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจจากงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียน โดยมีผู้สร้างตัวชี้วัดสำหรับการให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจดังนี้

Eggert, & Bogeholz (2010) ได้สร้างตัวชี้วัดสำหรับการให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดสำหรับการให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจ

ตัวชี้วัด	รายละเอียด ของนักเรียน	คะแนน	คะแนนที่ได้รับ หลังจากการ วิเคราะห์ข้อมูล
1. กลยุทธ์สำหรับใช้ ในการเลือกทางเลือก	ไม่มีการระบุทางเลือก	0	0
	ระบุมุมมองของทางเลือกในเชิง บวกเท่านั้น	1	0
	ระบุมุมมองของทางเลือกทั้งใน เชิงบวกและเชิงลบ และทำการ เลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง	2	1
2. กลยุทธ์สำหรับใช้ ในการปฏิเสธเลือก ทางเลือก	ไม่มีการระบุมุมมองของ ทางเลือก	0	0
	ระบุมุมมองของทางเลือกในเชิง ลบเท่านั้น และทำการตัด ทางเลือกออก	1	1
	ระบุมุมมองของทางเลือกในเชิง ลบหรือเชิงบวกเพียงด้านใดด้าน หนึ่งเท่านั้น และทำการปฏิเสธ ทางเลือก	2	2
	ระบุมุมมองของทางเลือกในเชิง ลบหรือเชิงบวกของทุกทางเลือก และทำการปฏิเสธทางเลือก	3	3
3. เกณฑ์การให้ น้ำหนักทางเลือก	ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ประเมิน ทางเลือกที่ชัดเจน	0	0
	มีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน ทางเลือกที่ชัดเจน	1	1

ที่มา: Eggert, & Bogeholz, 2010, p. 241

โดยผู้วิจัยนำตัวชี้วัดการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินการตัดสินใจของนักเรียนในงานวิจัยนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.1 ความเป็นมาของกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.1.1 ประวัติการศึกษากรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีหลายมิติซึ่งไม่ได้ประกอบไปด้วยเพียงแค่อรรถศาสตร์เท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา เทคโนโลยี และจิตวิทยา มานุษยวิทยา ในส่วนของเทคโนโลยีนั้นเป็นสิ่งที่มีความกระทบต่อสังคมอย่างแพร่หลายซึ่งในบางครั้งก็เป็นเทคโนโลยีในลักษณะที่ไม่คาดคิด ในสังคมยุคปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทที่สำคัญมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็ได้รับอิทธิพลจากสังคมด้วยเช่นกัน จนกระทั่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กลายเป็นส่วนสำคัญไม่ว่าจะเป็นในด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองในสังคมยุคปัจจุบัน (Hurd, 2000; Jablon, 1993; Marker, 1992 as cited in Bencze, 2017)

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และสังคมกำลังเผชิญกับความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีในระดับสูง และในยุคโลกาภิวัตน์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม และการเมืองอย่างต่อเนื่องและมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคม ก่อนที่จะมีการศึกษาตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (STEPWISE) นั้น ได้มีการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology and Society; STS) และการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society and Environment; STSE) โดยมีประวัติของการศึกษามาอย่างยาวนานของความพยายามในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน (Chowdhury, 2016)

ในปีค.ศ. 1996 โครงการพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ โดยสภาวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดไว้ว่าหน้าที่ที่สำคัญที่สุดของครูคือการช่วยนักเรียนในการสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเข้าใจความหมายทางจริยธรรมที่มี

ความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในบริบทของมนุษย์ โดยนักเรียนจะต้องสามารถเข้าใจและประเมินต้นทุนกับผลประโยชน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงของเทคโนโลยี รวมทั้งนักเรียนควรมีความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานและหลักการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย (Bencze, 2017)

ในปี ค.ศ. 1971 Jim Gallagher ได้เสนอบทความเรื่อง A Broader Base for Science Teaching โดยในงานเขียนของเขาได้กล่าวไว้ว่า ในอนาคตความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญต่อความเข้าใจในแนวความคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ความเข้าใจแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญพอ ๆ กับความเข้าใจความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและสังคม (Bencze, 2017)

ในปีค.ศ. 1982 มีการประชุมวิชาการ International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) ซึ่งนำมาสู่การปฏิรูปทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศออสเตรเลีย ประเทศแคนาดา ประเทศอิตาลี ประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศอังกฤษ เนื่องจากประเทศเหล่านี้มีโครงสร้างทางสถานะทางสังคมที่หลากหลาย นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการศึกษาวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีแนวทางที่หลากหลายในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นใหม่ (Bencze, 2017)

ในปีค.ศ. 1982 Nation Science Teacher Association (NSTA) ได้มีการประกาศยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม เป็นแนวทางหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วงปีค.ศ. 1980 โดยมีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากหนังสือของ John Ziman ชื่อ Teaching and Learning about Science and Society และมีการตกลงร่วมกันและตั้งชื่อกลุ่มที่สนใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมว่า Science - Technology - Society (STS)

ในปีค.ศ. 1997 The Canadian Council of Ministers of Education ได้เผยแพร่เอกสารเรื่อง Pan-Canadian Protocol for Collaboration on School Curriculum เพื่อเป็นโครงร่างพื้นฐานในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เอกสารแห่งชาติฉบับนี้ได้เผยแพร่ไปทุกรัฐ เพื่อเป็นแนวทางให้แต่ละรัฐออกแบบและพัฒนาหลักสูตร รวมถึงวิสัยทัศน์ สำหรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในประเทศแคนาดาประกอบด้วย STSE ทักษะ องค์ความรู้ และเจตคติ ผลที่เกิดจากการเผยแพร่เอกสารฉบับนี้ในระยะเวลา 13 ปีต่อมา คือ มีการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในรัฐออนตาริโอมากที่สุด ซึ่งนอกจากประเทศแคนาดาแล้วยังมีการเผยแพร่เอกสารทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติทางการศึกษานี้แพร่หลายไปทั่วโลก ตัวอย่างเช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา เรื่อง Benchmarks for

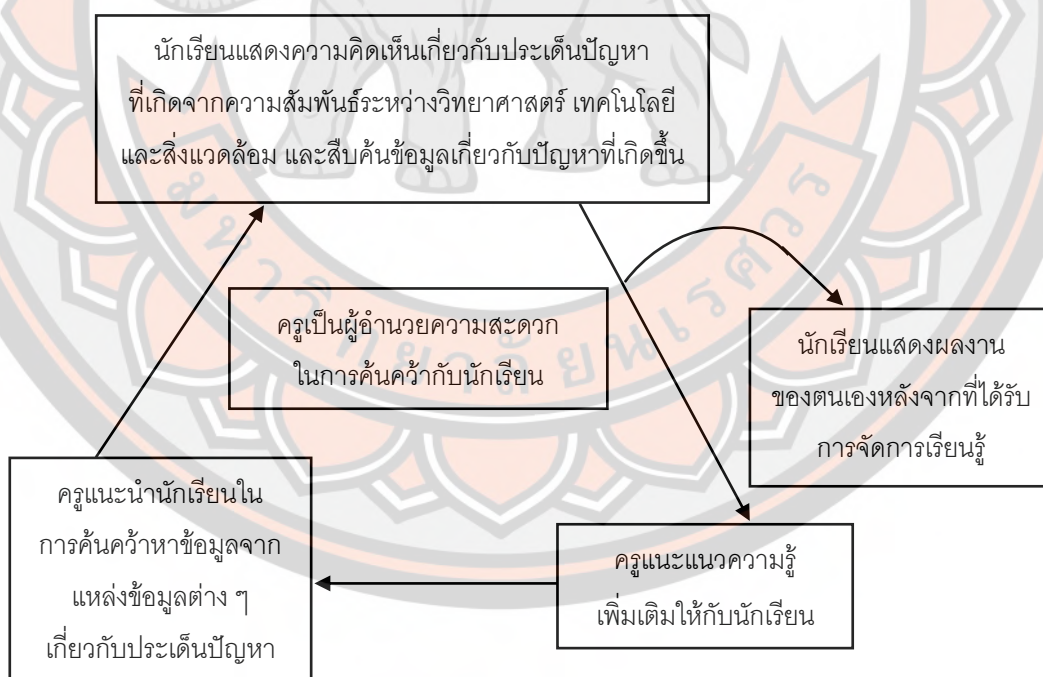
Science Literacy เรื่อง The National Science Education Standards และเรื่อง Science for all Americans เหล่านี้เป็นต้น

ในปี ค.ศ. 2006 กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (STEPWISE) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสดงออกในบริบทของการเป็นพลเมืองในการเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งไม่เพียงแต่การที่นักเรียนสามารถแสดงออกทางด้านความคิดที่ตนเองมีในเรื่องอันตรายจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นประโยชน์แก่ส่วนรวมและเข้าไปมีส่วนร่วมในการช่วยแก้ไขปัญหาให้สังคมเป็นไปในทางที่ดีขึ้น

การโน้มน้าวให้นักเรียนได้ใช้การศึกษาของตนเองมาใช้ในการช่วยเหลือผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการเป็นส่วนหนึ่งของพลเมืองสังคมโลกเนื่องจากได้รับการส่งเสริมและหรือให้มุ่งเน้นในเรื่องของการบริโภคสินค้าและบริการ รวมไปถึงภาวะการแข่งขันในด้านการประกอบอาชีพและสถานะทางสังคม ดังนั้นขั้นตอนสำคัญของจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม คือการส่งเสริมและการทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความมั่นใจ ความเชี่ยวชาญ และมีแรงจูงใจในการค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น การศึกษาและการทำการทดลองด้วยตนเอง ในการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และเมื่อนักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจเพิ่มมากขึ้นจากการสรุปข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าของตนเอง นักเรียนจะได้ความรู้เพิ่มมากขึ้นจากการสรุปข้อกล่าวอ้างประเด็นต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการค้นคว้าและสรุปข้อมูลเหล่านี้อาจส่งผลให้เป็นแรงจูงใจในการดำเนินการเพื่อเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของนักเรียน ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมการตัดสินใจของตนเองในการที่จะใช้ข้อมูลของตนเองที่ได้จากการค้นคว้าอย่างไรในการสร้างแรงจูงใจและเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมให้กับพลเมืองในสังคมที่มีการเพิ่มจำนวนของประชากรเพิ่มมากขึ้นให้มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้าของตนเอง ซึ่งการปฏิบัติในลักษณะนี้นำไปสู่รูปแบบของการมีส่วนร่วมในระบอบประชาธิปไตย ซึ่งจากการที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นปรากฏว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับประชาชนและกลุ่มคนในสังคมที่ไม่ได้ให้ความเชื่อถือกับบุคคลที่เป็นผู้นำ

มากที่สุด (Baudrillard, 1998; Wenger, 1998; as cited in Bencze, 2017) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ได้สอดคล้องกับ Levinson (2010) อ้างถึงใน Bencze (2017) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ควรส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมอย่างเป็นประชาธิปไตยมากขึ้นของพลเมืองในสังคม โดยพลเมืองสามารถทำการตรวจสอบและท้าทายผู้มีอำนาจ และนักเรียนควรมีส่วนร่วมในการวิจารณ์ สะท้อน ลงมือปฏิบัติ ยกตัวอย่างเช่น การกระทำทางสังคมและการเมืองในประเด็นปัญหาทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

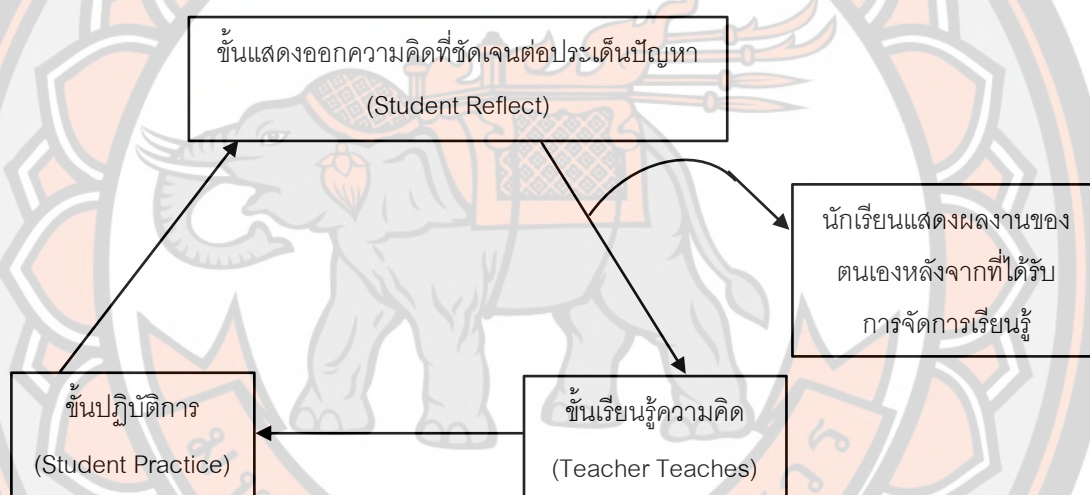
หลังจากที่มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการสนับสนุนให้ครูในโรงเรียนต่าง ๆ ให้มีการจัดการสอนและการเรียนรู้กับนักเรียนตามรูปแบบทรงสี่หน้า ดังภาพ 4 พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบรูปทรงสี่หน้านั้นมีความซับซ้อนมากเกินไปจึงได้มีการจัดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ใหม่ ดังภาพ 5 (Bencze, & Carter, 2011)



ภาพ 5 แสดงการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา
สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ในกรอบแนวคิดนี้นักเรียนมักจะได้รับบทเรียนและกิจกรรมอย่างน้อยที่สุด 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในเรื่องความเชี่ยวชาญ ความมั่นใจ และแรงจูงใจในการเลือกดำเนินการค้นคว้าหาข้อมูลรวมไปถึงการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูสามารถจัดบทเรียนและกิจกรรมได้มากกว่า 1 แผนการจัดการเรียนรู้ อาจใช้การจัดการเรียนรู้ 3 รอบขึ้นไป ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความสะดวกของนักเรียนและครูผู้สอน

ในปี ค.ศ. 2017 ได้มีการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ขึ้นอีกครั้งเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น ดังภาพ 6



ภาพ 6 แสดงการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา
สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Bencze, 2017

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นและที่ได้แสดงดังภาพ 7 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมให้กับนักเรียนซึ่งสุดท้ายแล้วจะนำไปสู่การตัดสินใจของนักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองตามประเด็นที่ตนเองสนใจและแสดงออกมาเป็นผลงานของตนเอง ซึ่งการแสดงผลงานของนักเรียนนี้จะขึ้นอยู่กับวัยของนักเรียนและตามขั้นตอนที่นำมาใช้ในการพัฒนานักเรียน โดยครูผู้สอนสามารถตัดสินใจในการเลือกบทเรียนและกิจกรรม

ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามสาขาวิชาที่ตนเองสอน รวมไปถึงครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำในการค้นคว้าและการทำผลงานของนักเรียน

3.1.2 ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

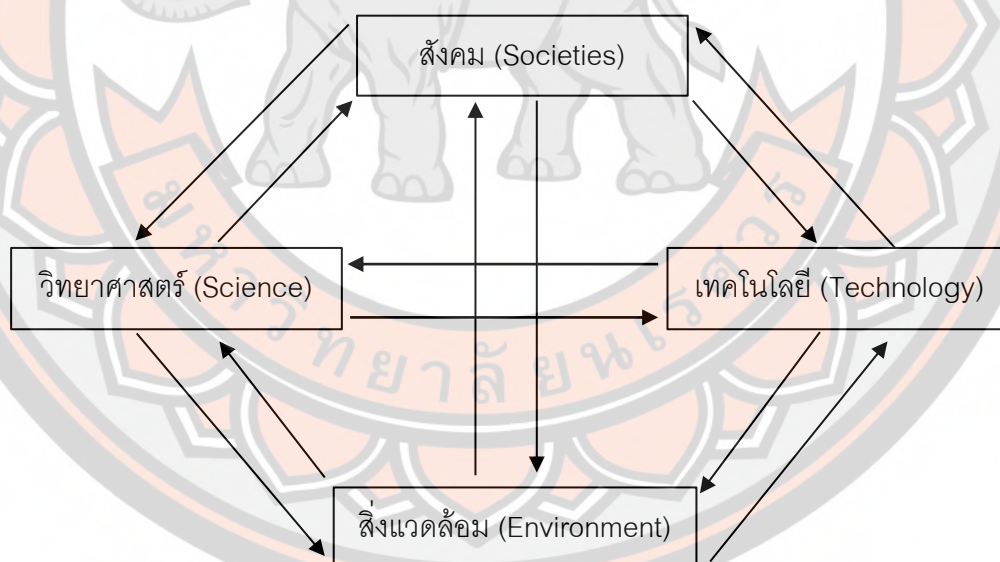
จากประวัติของการศึกษาจะเห็นได้ว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากการสำรวจค่านิยม ความเชื่อ และอิทธิพลทางสังคมนั้นมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การมีความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมีโอกาสที่จะเข้าใจคุณค่าเกี่ยวกับจริยธรรมและมุมมองของโลกในแง่มุมมองของวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้วิสัยทัศน์หลักของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และโครงสร้างทางวิทยาศาสตร์ วิธีการคิดและจัดการกับสถานการณ์ในบริบททางวิทยาศาสตร์ และมุมมองที่แตกต่างกันของนักเรียนว่าอะไรคือความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ หรือการพัฒนาความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่สอดคล้องกับความเข้าใจของสาธารณชนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Roberts, 2007 อ้างถึงใน Chowdhury, 2016, p. 20)

นักการศึกษา ครู และบุคคลอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์มีความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการศึกษาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนแบบดั้งเดิม โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถปรับปรุงความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ (Wellbeing of individuals Societies and Environment: WISE) (Bencze, & Carter, 2011, p. 648) หลาย ๆ คนมีความคิดเห็นเหมือนกันว่าสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (WISE) จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์นี้ส่งผลให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ การเกษตร และในด้านอื่น ๆ แต่ในทางตรงกันข้ามก็ส่งผลในด้านลบเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งกำลังเป็นปัญหาในปัจจุบัน (Klein, 2014 as cited in Bencze, et al., 2015, p. 2) ตามที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) กล่าวว่าโลกกำลังเผชิญกับสถานการณ์ภัยพิบัติซึ่งส่งผลกระทบต่อ การสูญเสียชีวิตและการถูกทำลายทางกายภาพอย่างร้ายแรง ยกเว้นแต่จะมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายและแนวปฏิบัติของรัฐบาลในการแก้ไขปัญหาในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า

ซึ่งนอกจากประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศแล้วยังอาจมีปัญหาด้านอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ประเด็นปัญหาเรื่องสุขภาพ และประเด็นปัญหาเรื่องความยุติธรรมทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคลในสังคม เช่น อาหารจานด่วน คุณก็กับ

ไซมันทรานส์ ยารักษาโรค การติดต่อพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ สารเคมีที่เป็นพิษที่พบในชีวิตประจำวันและสารเคมีที่ใช้ทางด้านการเกษตรกรรม ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระบบโรงเรียนจึงควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับบทเรียนและกิจกรรมในการทราบถึงอันตรายซึ่งเกิดจากความรูทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (Pedretti, & Nazir, 2011 as cited in Bencze, et al., 2015, p. 2)

การเน้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม โดยวิทยาศาสตร์จะส่งเสริมความก้าวหน้า ซึ่งการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ทำให้คนในสังคมและสิ่งแวดล้อมมีการพัฒนาไปด้วย เนื่องจากเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นไปเรื่อย ๆ มีการสร้างสรรค์นวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์และใช้เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้นสังคมก็จะมีส่วนในการช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นและไม่เสื่อมโทรม (Bencze, 2012) ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Bencze et al., 2015

การให้ความสำคัญกับบทเรียนและกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นควรเน้นความสำคัญในการจัดกิจกรรมแบบโต้แย้งในประเด็นของความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคม

และสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น ประเด็นในเรื่องควรมียกเลิกควบคุมการใช้สารเคมีที่อาจมีความเป็นพิษในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสำหรับครัวเรือน และผลิตภัณฑ์เพื่อสุขอนามัยของบริษัทผู้ผลิตหรือไม่ (Leonard, 2010 as cited in Bencze et al., 2015) ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมนั้นคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้นอกจากนักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการโต้เถียงกันในหลากหลายประเด็นแล้ว นักเรียนยังได้รับการส่งเสริมให้มีการพิจารณาข้อมูล ข้อค้นพบ และคำกล่าวอ้าง จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งผู้ที่มีส่วนได้และส่วนเสีย เช่น ข้อมูลในแง่มุมระหว่างนักวิทยาศาสตร์และรัฐบาล เป็นต้น และยังส่งเสริมในด้านการตรวจสอบรองในฐานะการเป็นเพื่อนร่วมงานตามบทบาทของตนเองในประเด็นปัญหานั้น ๆ (Levinson, 2013) การเลือกใช้บทบาทดังกล่าวเข้ามาจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์จะนำไปสู่ประโยชน์ที่สำคัญหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน รวมถึงสามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Sadler, Barab, & Scott, 2007) และการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน (Khishfe, & Lederman, 2006 as cited in Bencze et al., 2015, p. 2)

Leonard (2010) อ้างถึงใน Bencze et al. (2015) กล่าวว่าผลิตภัณฑ์จำนวนมากผลิตจากสารเคมีซึ่งอาจเป็นอันตรายและยังไม่ได้ผ่านการทดสอบ ซึ่งนอกจากนี้ในลักษณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ยารักษาโรคที่ผลิตจากบริษัทาก็มีปัญหาในด้านของคุณภาพเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น การเลือกทดสอบยากับคนในวัยหนุ่มสาวซึ่งเป็นกลุ่มคนที่มีแนวโน้มที่จะเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากยาได้น้อยกว่าคนในวัยอื่น ๆ นอกจากนี้บริษัทบางแห่งยังใช้วิธีการให้วิศวกรออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีการเสื่อมสภาพในระยะเวลาดั้งเดิมเพื่อให้ผู้บริโภคเปลี่ยนสินค้าที่เสื่อมสภาพนั้นไปใช้สินค้าใหม่ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริษัทผลิตออกมาใหม่ล่าสุด ด้วยเหตุนี้มนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมจึงถูกคุกคามจากสินค้าโภคภัณฑ์ที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น บุหรี่ สารเคมีเป็นพิษที่นำมาใช้ในการเกษตร อาหารจานด่วนและผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมและยานพาหนะที่ใช้ปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาจากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น ในมุมมองของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากรัฐบาลยินยอมให้สมาคมธุรกิจวิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ชัดว่าประชาชนจำเป็นต้องมีความเตรียมพร้อมที่จะประเมินทั้งด้านกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเมื่อรับรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์

ก็จะสามารถพัฒนาและใช้แผนการดำเนินการแก้ไขปัญหาให้สังคม และโลกที่ตนอาศัยอยู่ไปในทางที่ดีขึ้นในฐานะพลเมืองในสังคม (Bencze et al., 2015, p. 3)

3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments; STEPWISE framework)

3.2.1 ทฤษฎีความเป็นอยู่ที่ดีกับการศึกษาตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

1. ทฤษฎีความเป็นอยู่ที่ดี

แนวคิดเกี่ยวกับ "ความเป็นอยู่ที่ดี" หรือ well-being ในภาษาอังกฤษนั้น เริ่มมีการเป็นที่รู้จักมากขึ้นและมีการพูดถึงเพิ่มมากขึ้นในยุคปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ และได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นอยู่ที่ดีไว้ดังนี้

องค์กรอนามัยโลก (1946) ได้ให้นิยามความเป็นอยู่ที่ดีไว้ 5 ประการด้วยกัน ได้แก่ การมีความรู้สึกรื่นเริงบันเทิงใจ การมีความรู้สึกสงบผ่อนคลาย การมีความรู้สึกกระฉับกระเฉงมีพลัง การตื่นนอนมาแล้วสดชื่น และการที่ชีวิตประจำวันเต็มไปด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเองสนใจ

Qizilbash (1998, น. 57) ได้กล่าวถึงมุมมองของ Griffin เกี่ยวกับความเป็นอยู่ที่ดีไว้ว่า ความเป็นอยู่ที่ดีนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

1. การได้รับปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น โภชนาการ สุขภาพ สุขภีบาลที่พึงพิง และความปลอดภัย

2. ความสามารถทางปัญญาและทางกายภาพพื้นฐานบางประการ และการรู้หนังสือ

3. ระดับของความมุ่งมั่น และความเคารพตนเองในแต่ละบุคคล

4. ความเพลิดเพลินใจ

5. ความอิสระ เสรีภาพในเชิงบวกหรือความสามารถในการตัดสินใจด้วยตนเองของแต่ละบุคคล

6. การมีความสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคมและการมีส่วนร่วมในสังคมที่นำไปสู่การประสบความสำเร็จ

Crisp (2016) อ้างถึงใน Bencze (2017) ได้อธิบายทฤษฎีของสุขนิยม (Hedonism) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ตั้งเดิมมีรากฐานมาจากกรีกโบราณและอธิบายถึงความเป็นอยู่ที่ดีไว้ว่าเป็นเรื่องของความสุขซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของชีวิต แนวคิดตามทฤษฎีของสุขนิยมนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของจิตวิทยาซึ่งมีแนวคิดที่ว่า ความสุขที่แท้จริงของชีวิตนั้นคือผลประโยชน์ต่อมนุษย์ที่สามารถพึงดักดวงได้ในทุก ๆ ด้าน เช่น ชื่อเสียง เกียรติยศ ทรัพย์สินสมบัติ อำนาจ ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาในขณะที่มนุษย์นั้นมีชีวิตอยู่ โดยมนุษย์เองจะเป็นผู้ตัดสินใจกระทำของตนตามความพอใจ

McGillivray (2007) อ้างถึงใน Bencze (2017) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นอยู่ที่ดีในปัจจุบันนั้นเป็นแนวความคิดที่ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวความคิดที่มีหลากหลายมิติไม่เพียงแต่เป็นที่นิยมมากขึ้นเท่านั้นแต่ยังได้รับการปรับให้มีความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นด้วยความที่เป็นแนวคิดที่มีความหลากหลายมิตินี้ดังนั้นก็ไม่ใช่เรื่องแปลกที่จะสามารถพบคำกล่าวที่ว่าแนวความคิดความเป็นอยู่ที่ดีนั้นเกี่ยวข้องกับมิติในแง่ของความพึงพอใจ คุณภาพชีวิตที่ดี สวัสดิการที่ดี การพัฒนามนุษย์ในสังคมในด้านต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ในด้านสาธารณสุข ปลอดภัย ความต้องการ และความสามารถของคนในสังคม นอกจากนี้ความหลากหลายการตีความหมายของแนวความคิดความเป็นอยู่ที่ดีนี้ไม่เพียงแต่เข้าไปในมิติที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของความหมายเพียงเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงรูปแบบที่แตกต่างกันที่นำมาใช้ในการอธิบายลักษณะหรือแม้แต่การวัดผล ยกตัวอย่างเช่น ในมุมมองทางด้านเศรษฐศาสตร์ความเป็นอยู่ที่ดีและการพัฒนานั้นมักเกี่ยวข้องกับด้านเศรษฐกิจ ซึ่งโดยทั่วไปจะพบในรายงานขององค์กรเศรษฐกิจและมีแนวโน้มว่าจะได้รับการแปลเป็นสถิติข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าถึงสินค้าของประชาชน เป็นต้น นอกจากนี้ดัชนีการวัดความเป็นอยู่ที่ดีในด้านอื่น ๆ เช่น ด้านสาธารณสุขและด้านอื่น ๆ ก็มีการใช้ดัชนีการวัดที่แตกต่างกัน เช่น ดัชนีการพัฒนามนุษย์ (Human Development Index: HDI) และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross National Product: GDP) เป็นต้น

องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD (2018) ได้ให้นิยามความเป็นอยู่ที่ดีไว้ว่า ความเป็นอยู่ที่ดีคือคุณภาพชีวิตและมาตรฐานของการครองชีพของบุคคล ซึ่งความเป็นอยู่ที่ดีนั้นเป็นโครงสร้างหลายมิติที่ประกอบด้วยแง่มุมทางจิตวิทยาและทางกายภาพ ประกอบด้วย รายได้และความมั่งคั่งของประเทศ งานและรายได้รวมไปถึงที่อยู่และสุขภาพของบุคคล การมีสมดุลระหว่างการทำงานกับการศึกษา และการมีจัดการที่ดีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

นอกจากจะมีการพิจารณาแนวความคิดความเป็นอยู่ที่ดีที่เกี่ยวข้องกับความปรารถนาในด้านอรรถประโยชน์ ความต้องการ และในด้านของความสามารถ มักจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของปรัชญา และมักจะแสดงออกผ่านการวิเคราะห์เชิงตรรกะและการให้เหตุผลเกี่ยวกับปรัชญาที่แท้จริง หรือในด้านของสมมติฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับบุคคลและกลุ่มทางสังคม ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ามุมมองในแง่ทางจิตวิทยาของแนวความคิดความเป็นอยู่ที่ดี ซึ่งมักจะเชื่อมโยงกับเรื่องของสุขภาพ ทั้งในด้านร่างกาย จิตใจ รวมไปถึงการรับรู้ทางด้านของความรู้สึกทั้งในด้านความสุขและความสมบูรณ์ของแต่ละบุคคล

โสวัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2554) ได้กล่าวถึงความเป็นอยู่ที่ดีไว้ว่า การมีความเป็นอยู่ที่ดีนั้นอาจไม่ใช่เรื่องของกรรมมีฐานะเศรษฐกิจสูงเพียงแต่ประการเดียว เพราะในสังคมปัจจุบันสิ่งที่มักจะเห็นได้อยู่ทั่วไปคือหลาย ๆ คนในสังคมผู้ซึ่งมีฐานะทางเศรษฐกิจดีนั้นอาจไม่มีความเป็นอยู่ที่ดีได้เนื่องจากเกิดจากการที่บุคคลเหล่านั้นมีสุขภาพที่ไม่ดี หรือไม่ได้มีความสุขเสมอไป สาเหตุมาจากการเคร่งเครียดจากการทำงาน การใช้ชีวิตที่เต็มไปด้วยความเร่งรีบและการแข่งขัน ทำให้ไม่มีเวลาในการใช้ชีวิตเพื่อมีความสุขกับสิ่งต่าง ๆ ที่เรามี ซึ่งจากข้อความดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าการเป็นอยู่ที่ดีและฐานะร่ำรวยนั้นอาจจะยังไม่ใช้สิ่งเดียวกัน

จากข้อความดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงในแง่มุมมองของความปรารถนา ความพึงพอใจซึ่งถือว่าเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเนื่องจากธรรมชาติของความปรารถนานั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสุข (Schroeder, 2015) นอกจากนี้ Qizilbash (1998) ได้กล่าวไว้ว่า การปฏิบัติตามความปรารถนานั้นอาจเกิดขึ้นได้แตกต่างกันไปตามระดับของการมีประสบการณ์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเวลาและสถานที่อีกส่วนหนึ่ง การปฏิบัติตามความปรารถนาของตนนั้นอาจไม่ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงซึ่งส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีได้ด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ความปรารถนาของคนที่ชอบรับประทานขนมหวาน คนที่ชอบสูบบุหรี่ หรือบุคคลผู้ที่มีน้ำหนักเกิน เป็นต้น ซึ่งบุคคลเหล่านี้อาจไม่ทราบถึงผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตนเองที่ตามมาหลังจากที่ปฏิบัติตามตนเองตามความพึงพอใจ แต่อย่างไรก็ตามหากมนุษย์มีการทราบถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์จากการรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพและการออกกำลังกายนั้นสามารถช่วยทำให้มนุษย์มีสุขภาพที่ดีขึ้นได้ซึ่งสามารถนำไปสู่ความเป็นอยู่ที่ดี ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่ามนุษย์สามารถตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีให้กับตนเองได้ แต่การตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุดให้กับตนเองนั้นอาจไม่สามารถเป็นไปได้เสมอไปเพราะทางเลือกในการตัดสินใจนั้นอาจอยู่ภายในข้อจำกัด ความสับสนหรือความลังเลใจ และความขัดแย้งที่เกิดขึ้นกับแต่ละบุคคล ซึ่งการตัดสินใจเลือกทางเลือกนี้จะกลายเป็นเรื่องที่มี

ความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นเมื่อทางเลือนั้น ๆ สามารถส่งผลกระทบต่อในด้านที่เป็นอันตรายกับชีวิตของผู้อื่น

2. ความเป็นอยู่ที่ดีและวิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษานั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนคือ แนวคิด คุณภาพแห่งความเป็นมนุษย์ (Humanization) การขัดเกลาทางสังคม (Socialization) และการเรียนรู้วัฒนธรรม (enculturation) Charlot (2006) อ้างถึงใน Bencze (2017) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (STEPWISE) ถูกจัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนคือ ส่งเสริมให้เกิดความยุติธรรมในสังคมและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (Bencze, & Carter, 2011) นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการอธิบายว่าการศึกษาสามารถสร้างนักปฏิบัติการเชิงรุกผู้ซึ่งมีความเคลื่อนไหวในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้อย่างไร

Bencze (2017) ได้กล่าวว่า ในทำนองเดียวกันนั้นการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ซึ่งจะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนประเด็นที่เป็นข้อถกเถียงซึ่งเป็นปัญหาที่สร้างผลกระทบที่ส่งผลต่อชีวิตของมนุษย์อย่างน้อย 3 ด้านด้วยกัน คือ ประการแรกในบริบททางด้านประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในอดีตทั้งในด้านการเมืองและด้านเศรษฐกิจ ประการที่สองคือการพิจารณาในมิติทางคุณวิทยาซึ่งนอกเหนือไปจากการพิจารณาข้อโต้แย้งทางภาษาศาสตร์ที่เป็นตัวกำหนดลักษณะการอธิบายความรู้ทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และบทบาทของวิทยาศาสตร์ในสังคม และสุดท้ายประการที่สามคือ การเกิดปัญหาในเชิงมิติของสัญญาวิทยาและวาทศิลป์ กล่าวคือ ปัญหาทางด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการวางรากฐานการสร้างความเป็นตัวตนให้กับนักเรียนโดยการสร้างให้นักเรียนมีความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์นั้นเป็นศาสตร์ที่สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมทางการเมือง และเป็นศาสตร์ที่สามารถปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นได้

Bencze (2017) ได้กล่าวว่า กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อมนั้นมีแนวความคิดหลักที่ว่าด้วย

การศึกษาควรที่จะสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ แต่อย่างไรก็ตามแนวคิดเรื่องความเป็นอยู่ที่ดีนั้นไม่ได้มีการระบุไว้อย่างชัดเจน ประเด็นนี้จึงกลายมาเป็นประเด็นสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับการระบุถึงความเป็นอยู่ที่ดี ถ้าหากมีการพิจารณาในมุมมองที่แตกต่างกันจากการระดมความคิดที่มีความหลากหลายความเป็นอยู่ที่ดีนั้น อาจหมายถึง คุณภาพของชีวิต สวัสดิการ ความพึงพอใจ ความปรารถนา และความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้ความเป็นอยู่ที่ดีจึงเข้ามาเป็นเป้าหมายทางการศึกษา เนื่องจาก การวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับวิธีการตัดสินใจเลือกเพื่อสร้างความพึงพอใจนั้นสามารถช่วยให้มนุษย์สามารถคิดวิเคราะห์ถึงทางเลือกซึ่งนำไปสู่ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นได้ ดังนั้นการเชื่อมต่อการเรียนรู้และความเป็นอยู่ที่ดีนั้นสามารถประสบผลสำเร็จได้โดยการที่บุคคลเมื่อมีความรู้ ความคิด กระบวนการ รวมไปถึงการมีเจตคติในการตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องความเป็นอยู่ที่ดี ซึ่งในบางครั้งอาจมีอิทธิพลของอารมณ์ในแต่ละบุคคลเข้ามาเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยจะส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีในอีกรูปแบบหนึ่ง เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นมีเป้าหมายในการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีจากการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการตัดสินใจในสังคม ในฐานะการเป็นพลเมืองของแต่ละบุคคล โดยเน้นความสำคัญในแง่ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และความเป็นประชาธิปไตยซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของนักเรียนในบริบทในโรงเรียนและสังคม มุมมองเกี่ยวกับความเป็นอยู่ที่ดีนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลแต่ละกลุ่มในสังคม โดยมีการศึกษาเข้ามา มีบทบาทในการเสริมศักยภาพให้แต่ละบุคคลเพื่อเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมและสามารถดำเนินการที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม นำมาซึ่งการพูดคุย อภิปราย หรือการปรึกษาหารือกันระหว่างกลุ่มบุคคลนำไปสู่การสร้างความเป็นอยู่ที่ดีร่วมกันของคนในสังคม

จากการศึกษาข้างต้นสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า เป้าหมายของการศึกษา เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้บุคคลได้มาซึ่งความเป็นอยู่ที่ดีในส่วนของบุคคล ซึ่งแสดงถึงสภาวะความเป็นอยู่ที่ดีทางด้านสุขภาพในหลากหลายมิติทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสติปัญญา รวมไปถึงความปรารถนาและความพึงพอใจ ซึ่งความพึงพอใจส่วนบุคคลนั้นก็มีความหลากหลายมิติด้วยกันโดยในแต่ละมิติจำเป็นที่จะได้รับดูแล พัฒนา และรักษา เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีโดยรวมให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งความเป็นอยู่ที่ดีนั้นมาจากการตัดสินใจเลือกจากความพึงพอใจ และการคิดวิเคราะห์ในแต่ละทางเลือกของแต่ละบุคคลที่จะนำไปสู่ความเป็นอยู่

ที่ดีขึ้นได้ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องอาศัยการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้และความเป็นอยู่ที่ดีของแต่ละบุคคล โดยการที่แต่ละบุคคลนั้นจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ ความคิด กระบวนการ รวมไปถึงการมีเจตคติในการตัดสินใจที่จะนำไปสู่การมีความเป็นอยู่ที่ดีได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวិทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้กำหนดนิยามของความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมไว้ดังนี้

ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล คือ การมีสุขภาพที่ดี รวมไปถึง การดูแลสุขภาพของบุคคลทั้งในด้านของโภชนาการและความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย

ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับสังคม คือ การปฏิบัติของบุคคลในฐานะพลเมืองของสังคม ในการมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคม การดูแลสิ่งแวดล้อมในสังคม นำไปสู่การมีสังคมอันซึ่งมีความเป็นอยู่ที่ดีเกิดขึ้นตามมา และรวมไปถึงการมีสภาพเศรษฐกิจที่ดีภายในสังคมแต่ละสังคม

ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับสิ่งแวดล้อม คือ การดำเนินงานต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และการกระทำที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นอยู่อย่างยั่งยืน

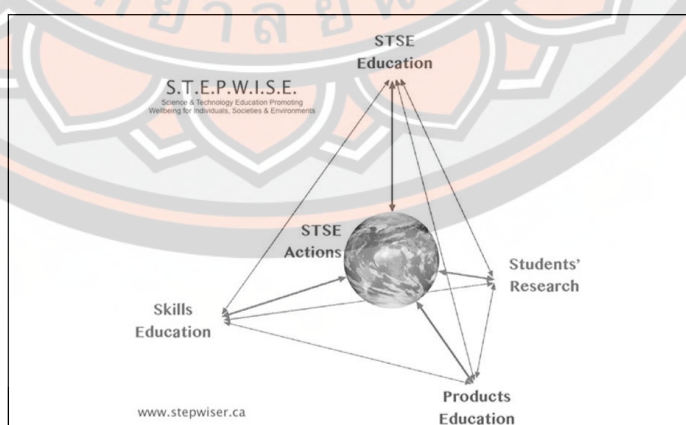
จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 องค์ประกอบนี้มีความเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน จะเห็นได้ว่าการที่จะพัฒนาสังคมที่จะทำให้คุณภาพชีวิตของบุคคลในสังคมเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมที่สามารถให้อาหารและทรัพยากรที่เพียงพอต่อความต้องการของคนในสังคม และการมีสภาพทางเศรษฐกิจที่ดี จะส่งผลทำให้สังคมมีคุณภาพมีความมั่นคง และความปลอดภัยในชีวิตของคนในสังคม

3.2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

การศึกษาตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (STEPWISE) เป็นกรอบการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มุ่งส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (WISE) โดยความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยในการจัดการเรียนรู้นักเรียนจะใช้ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพยายามปรับปรุงคุณภาพชีวิตของแต่ละบุคคล รวมทั้งในระดับสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย (Bencze, 2009)

Bencze (2017, p. 19) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมว่าเป็นกรอบแนวคิดสำหรับหลักสูตรและการสอนที่จัดลำดับความสำคัญการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดนักเรียนจะต้องมีความรู้ และความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลมาใช้เพื่อให้สังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้นกว่าเดิมในฐานะพลเมืองของสังคม เป็นกรอบแนวคิดที่ช่วยส่งเสริมนักเรียนให้แสดงออกในบริบทของการเป็นพลเมือง มีการวิเคราะห์ห้อย่างมีวิจารณญาณถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และการเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้อื่นในสังคมในฐานะพลเมืองของสังคม

รูปแบบทฤษฎีของกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นลักษณะทรงสี่หน้า (tetrahedron) หรือที่เรียกว่าโครงสร้างพีระมิดฐานสามเหลี่ยม ดังภาพ 5 ซึ่งประกอบด้วยขอบเขตการเรียนรู้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE Education) การศึกษาทักษะ (Skills Education) การศึกษาผลงาน (Products Education) โดยจัดเป็นสิ่งที่อยู่รอบนอก และการทำวิจัยของนักเรียน (Students' Research) ซึ่งมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE Actions) เป็นศูนย์กลางของรูปสามมิตินั้น อย่างไรก็ตามจากภาพจะเห็นได้ว่าลูกศรมีทั้ง 2 ทิศทาง ซึ่งแสดงถึงขอบเขตการเรียนรู้ทั้งหมดมีการแลกเปลี่ยนความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอยู่ ดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงกรอบแนวคิดทฤษฎี STEPWISE

ที่มา: Bencze, 2017, p.20

3.3 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมและทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเชี่ยวชาญ ความมั่นใจ และแรงจูงใจในการเข้าไปมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อบุคคลและสังคม โดยการพัฒนา ดำเนินการวิจัยจากการค้นคว้าหาข้อมูล และการเจรจาต่อรองประนีประนอม เกี่ยวกับอันตรายจาก การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการมุ่งเน้นให้ประชาชนถือความรับผิดชอบต่อส่วนกลาง ซึ่งในปัจจุบันนั้นเป็นการยากที่ผู้ที่มีอำนาจในสังคม และกลุ่มบริษัทต่าง ๆ จะเข้ามามีส่วนช่วยลด อันตรายที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Bencze, 2017)

3.3.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

Bencze (2017) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั้น ได้แก่

ชั้นที่ 1 ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา (Student Reflect) เป็นชั้น ที่ครูจะเป็นผู้เสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนสะท้อนและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น ปัญหาจากความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การควบคุมการเรียนรู้ (Learning control) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความคิดเห็นที่มีอยู่เดิมอย่างเปิดกว้าง ให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้หลากหลายก่อน การได้รับการจัดการเรียนรู้ การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นนี้จะแสดงให้เห็นถึงความรู้เดิม และประสบการณ์ของนักเรียนซึ่งครูสามารถประเมินนักเรียนและนำไปใช้ในการกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นในขั้นต่อไป

2. ประเด็นของการสะท้อน (Topic of reflection) ครูอาจใช้โมเดลจำลองหรือ ยกตัวอย่างที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่าง เสรีจากทัศนคติ ทักษะ และความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียนซึ่งมักจะมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในแต่ละบุคคลมากกว่าความคิดเห็นที่แสดงทิศทางไปในทางเดียวกัน

3. กระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น (Stimuli for reflection) ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมจากความรู้เดิมให้มีความแตกต่างกันหลากหลายความคิดเห็นเท่าที่จะทำได้ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นนี้ครูสามารถยกตัวอย่างในแง่ของปรากฏการณ์ การตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น หรือการเสนอในรูปแบบของคลิปวิดีโอ หรือยกตัวอย่างทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวอย่างว่า ส่งผลดีและไม่ดีกับนักเรียนอย่างไร โดยนักเรียนจะต้องมีข้อกล่าวอ้างมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง และให้นักเรียนคาดการณ์ล่วงหน้าถึงปัญหาที่อาจเกิดจากตัวอย่างหรือผลิตภัณฑ์นั้นพร้อมทั้งให้นักเรียนคิดวิธีในการนำไปใช้แก้ไขปัญหา นอกจากนี้ครูอาจให้นักเรียนประเมินถึงข้อเสนอต่าง ๆ สำหรับนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากตัวอย่างที่ครูนำเสนอ

4. สร้างรูปแบบของการแสดงออก (Forms of expression) ครูสามารถให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด แสดงความคิดเห็น การเขียนบรรยาย การวาดภาพ การใช้กราฟแสดงข้อมูล แบบจำลอง การใช้แผนที่ เป็นต้น ซึ่งการตัดสินใจให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นนี้จะขึ้นอยู่กับช่วงวัยของนักเรียนในการสามารถที่จะแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับทัศนคติ ทักษะ และความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้

5. ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected outcomes) ครูให้นักเรียนแสดงออกความคิดเห็นอย่างเปิดกว้างเกี่ยวกับประเด็นปัญหา โดยนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้ความคิด (Teacher Teaches) ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามประเด็นที่นักเรียนสนใจ โดยครูอาจให้ข้อมูลกับนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คลิปวิดีโอ หรือประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม และเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ อย่างไรก็ตามแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับครูในขั้นที่ 2 นั้น จะมีความเกี่ยวข้องกับการใช้สื่อ ซึ่งอาจจะใช้การสาธิต รูปภาพ วิดีโอ เป็นต้น ในการนำมาใช้จัด

การเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และการค้นคว้าหาข้อมูลในการทำวิจัยของนักเรียน วิธีการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปที่มักจะรวมถึงการอนุมานและการคิดอุปนัยคือ การใช้ตัวอย่างสถานการณ์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะมีการสรุปปรากฏการณ์และการตั้งคำถามในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการนำตัวอย่างสถานการณ์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นี้จะสามารถสร้างความสนใจให้กับนักเรียนในความต้องการที่อยากจะเรียนรู้ (Bencze, Hewitt, & Pedretti, 2001)

ตัวอย่างสถานการณ์ที่นำมาใช้จะนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ในการทำโครงการวิจัยของนักเรียน และนำไปสู่การนำเสนอรายงานการศึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถนำเสนอในรูปแบบของรายงานหรือคลิปวิดีโอ เป็นต้น โดยครูสามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยยกตัวอย่างประเด็นที่จะนำมาใช้ในการศึกษาให้นักเรียนได้มีการทบทวนรายงานโดยการตั้งคำถาม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น และการค้นคว้าหาข้อมูลในการทำโครงการวิจัยและการแสดงออกทางความคิดเห็น การเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาอย่างประนีประนอม ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอย่างหนึ่งในการนำตัวอย่างของสถานการณ์มาใช้ตั้งคำถามเพื่อพัฒนาการคิดตามอนุกรมวิธานของบลูม คือ องค์ประกอบขององค์ความรู้ (Anderson et al., 2001)

ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีองค์ประกอบทางความคิดที่เกี่ยวกับการท่องจำ คำอธิบาย การวิเคราะห์ และการประเมินผลที่มีความสมดุลกัน ในการใช้ตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับประเด็นความสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการค้นคว้าหาข้อมูลในการทำโครงการวิจัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนนั้น มีมุมมองและวิธีการปฏิบัติที่หลากหลายโดยส่วนหนึ่งคือการจัดการเรียนการสอนนั้นจะขึ้นอยู่กับช่วงวัยของนักเรียน ทั้งนี้กลยุทธ์ในการสอนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้บางครั้งอาจเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การอภิปรายเกี่ยวกับนักเรียนเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นสถานการณ์นั้นทั้งในด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยรวมไปถึงการกล่าวอ้างที่นำมาใช้ในการสนับสนุนข้อมูล เช่น การสนับสนุนหรือการคัดค้านรัฐบาล การให้มีการอนุมัติเงินทุนให้กับภาคเอกชนในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรม เป็นต้น (Mirowski, 2011)

จากนั้นครูควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนดำเนินการต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ควรมีการตั้งคำถามและให้นักเรียนอภิปรายถึงวิธีการที่นักเรียนจะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา การอภิปรายถึงวิธีการดำเนินการแก้ปัญหานี้สิ่งสำคัญคือครูจะต้องมี

การแนะนำนักเรียนให้มีการค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงการวิจัยให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหให้กับนักเรียน โดยอาจใช้ วิดีโอ รูปภาพ ในการให้ข้อมูลกับนักเรียนเป็นต้น ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการที่บุคคลจะเห็น ด้วยการดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุน โดยทั้งนี้ครู อาจจะได้แสดงตัวอย่างของการค้นคว้าหาข้อมูลในการทำโครงการวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกตัดสินใจวิธีการแก้ไขปัญหานักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Student Practice) ครูให้นักเรียนเลือกตัดสินใจผลของประเด็นที่ศึกษาหลังจากการสืบค้นข้อมูลโดยอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ในการเลือกตัดสินใจ และให้นักเรียนนำเสนอในรูปแบบของผลงานจากการร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ในด้านของปัญหาเกี่ยวกับความถูกต้องของการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม และโครงการวิจัยค้นคว้าของนักเรียนนั้น แม้ว่าจะจะเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้จัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน แต่ในบางครั้งนักเรียนมีความต้องการที่จะมีโอกาสในการเรียนรู้ในการทำโครงการวิจัยหรือค้นคว้าเกี่ยวกับประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง หลังจากการทำกิจกรรมครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจว่ามีความพร้อมที่จะเริ่มทำโครงการวิจัยหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนค้นหาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสนใจ หรือให้นักเรียนเลือกจะทำกิจกรรมการเรียนรู้อีกครั้งหนึ่งก่อนทำโครงการวิจัยหรือไม่ ซึ่งการตัดสินใจของนักเรียนจะขึ้นอยู่กับช่วงวัยและระดับความพร้อมของนักเรียน และในท้ายที่สุดแล้วเมื่อครูรู้สึกว่านักเรียนมีความพร้อมในการทำโครงการวิจัยอาจเลือกมอบหมายงานให้นักเรียน โดยกำหนดช่วงเวลาต่าง ๆ ของการทำโครงการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนค้นคว้าประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งโครงการวิจัยของนักเรียนจะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยและการเจรจาต่อรองเพื่อแก้ไขปัญหทางสังคมที่พวกเขาให้ความสนใจ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เนื่องจากมีขั้นตอนให้นักเรียนได้ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียของประเด็นปัญหา มีการให้นักเรียนพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก

ในการแก้ปัญหา และมีการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและลงข้อสรุปนำมาซึ่งการตัดสินใจในชั้นเรียน ซึ่งสามารถส่งเสริมการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ (Bencze, 2017) ให้เข้ากับบริบทห้องเรียนของผู้วิจัย โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา (Student Reflect) เป็นขั้นที่ครูเสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบจำลอง คลิปวิดีโอ สถานการณ์จากข่าวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่แสดงประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และตั้งคำถามให้นักเรียนกระตุ้นแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลดีและผลเสียต่อนักเรียนเองและในด้านอื่น ๆ จากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างเปิดกว้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ความคิด (Teacher Teaches) ครูให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูให้ข้อมูลกับนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คลิปวิดีโอหรือข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม และให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นดังกล่าวทั้งในด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูมีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Student Practice) ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา นำไปสู่การทำชิ้นงานเผยแพร่ข้อมูลให้กับพลเมืองในสังคม เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ เป็นต้น

3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม กกับการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ได้วิเคราะห์ถึงเป้าหมายและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม สิ่งแวดล้อม โดยพบว่าแนวทางการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังสรุปในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชั้นสอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
1. ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา	- ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการวิเคราะห์ถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาและสร้างทางเลือกของตนเองในการนำไปใช้แก้ไขปัญหา ส่งผลให้เกิดการพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมบนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lee, & Grace, 2012)
2. ชั้นเรียนรู้ความคิด	- สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลในการนำไปใช้สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา - สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา	การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและ

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้นสอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
		<p>สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545 อ้างถึงใน ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข, 2554)</p> <p>การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมสำหรับการตัดสินใจ เนื่องจากเป็นประเด็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและมีความเกี่ยวข้องทั้งวิทยาศาสตร์และมิติที่เกี่ยวกับสังคม นักเรียนจึงจำเป็นต้องสร้างทางเลือกที่หลากหลายมาใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหา (Zeidler, & Nichols, 2009)</p>
3. ชั้นปฏิบัติการ	<ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก - สร้างเกณฑ์การประเมินแต่ละทางเลือก 	<p>ประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นมีความกำกวม และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ไม่ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นตามมาในภายหลัง และเพื่อรับมือกับผลลัพธ์ที่จะ</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้นสอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
	<p>- ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การ สืบ ค ้น แ ละ จ าก พยานหลักฐานโดยนักเรียน จะต้องมึเหตุผลในการตัดสินใจ</p> <p>- แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และ ประเมินแนวทางการแก้ไข ปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดย คำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีใน ระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม</p> <p>- ทบทวนการตัดสินใจแนว ทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้ เหตุผล</p>	<p>เกิดขึ้นตามมาในภายหลัง และ เพื่อรับมือกับผลลัพธ์ที่ตามมา นักเรียนจึงจำเป็นต้องพิจารณา ถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละ ทางเลือกในหลายมุมมอง ส่งผล ให้นักเรียนต้องไตร่ตรอง พิจารณาแต่ละทางเลือกก่อนที่ จะทำการตัดสินใจ (Jho, 2015)</p> <p>การใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในห้องเรียน ช่วยให้นักเรียนมี ส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูล เกิด ความต้องการในการประเมิน ข้อมูล รวมไปถึงประเมินผลต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล (Eggert et al., 2013)</p> <p>ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็น ประเด็นปัญหาที่ไม่มีแนว ทางแก้ไขที่ชัดเจนนักเรียนจึง ต้องอภิปรายเกี่ยวกับประเด็น ปัญหา มีส่วนร่วมในการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน นำไปสู่การประมวลผลข้อมูลใน เชิงลึก ส่งผลให้เกิดทักษะการ คิด และการตัดสินใจ (Eggert et al., 2013)</p>

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตัดสินใจ

กุลวรรณ ผาพิมูล (2556) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจแก้ไขสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่ยึดถือกระบวนทัศน์เชิงตีความ (Interpretative Paradigm) โดยใช้วิธีการกำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเรื่องสารชีวโมเลกุล ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และกรดนิวคลีอิก อย่างละสถานการณ์ และอาศัยการวิเคราะห์บทสนทนาของนักเรียน ใบงาน แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์และการบันทึกอนุทินของนักเรียน จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ 1) ปัจจัยภายใน และ 2) ปัจจัยภายนอก ซึ่งปัจจัยภายใน ประกอบด้วย 1) ความรู้เดิมของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนอาศัยความรู้เดิม และความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาเป็นตัวแปรหนึ่งประกอบการตัดสินใจ 2) ประสบการณ์ของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนมีแนวความคิดแตกต่างกันไป ประสบการณ์ของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการเผยแพร่ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล หรือแม้กระทั่งอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานอื่น 3) ความเห็นส่วนบุคคลหรือความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตน กล่าวคือ ในการตัดสินใจของนักเรียนนั้น นักเรียนนำความคิดเห็นส่วนตัวมาเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบการตัดสินใจและนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการยอมรับและมีการนำความเห็นนั้นมาเป็นส่วนประกอบของการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ถูกกำหนดมาให้ และ 4) ความตระหนักถึงสภาพแนวคิดของสังคม และท้องถิ่นของตนรวมไปถึงพฤติกรรมมนุษย์ต่อสังคม ในส่วนของปัจจัยภายนอก เป็นปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของตัวบุคคลในขณะที่มีการตัดสินใจ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ชี้ให้เห็นถึงวิธีการจัดสรรการใช้ทรัพยากรภายใต้สภาพแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ 2) ปัจจัยทางด้านสังคม ซึ่งเป็นการอธิบายถึงโครงสร้างทางสังคมที่บุคคลไปเกี่ยวข้อง 3) ปัจจัยทางด้านการเมือง เช่น ลักษณะการปกครอง ความมั่นคงของชุมชน ความเชื่อถือในตัวผู้นำของชุมชน และปัจจัยทางด้านเทคโนโลยี ข้อดีจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม พบว่าสามารถส่งเสริมความตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สามารถประยุกต์ใช้สถานการณ์ใหม่ได้ รวมถึงมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มณีนรัตน์ แทนพรมา (2558) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่องสารนาโนในชีวิตประจำวันที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษา

การคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม แบบประเมินใบงานและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเรียนและหลังเรียนแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจระหว่างเรียนร้อยละ 86.74 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจได้ โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเกี่ยวกับเรื่องสารนาโนที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ นักเรียนนำความรู้ในการทำกิจกรรมมาใช้ในการทำแบบทดสอบ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์นาโนได้อย่างเหมาะสม

ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2554) ได้ศึกษากระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โรงไฟฟ้า นิวเคลียร์สำหรับประเทศไทย จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนนารายณ์คำผงวิทยา จำนวน 40 คน จำแนกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 กลุ่ม และนักเรียนกลุ่มอ่อน 3 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของ Yuenyong (2006) แบบแผนสำหรับการลงรหัสพฤติกรรมกระบวนการตัดสินใจ (ISPED) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ อนุทิน และผลงานนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ มาใช้ในการตัดสินใจ โดยนักเรียนกลุ่มเก่งและนักเรียนกลุ่มอ่อนมีกระบวนการตัดสินใจเหมือนกัน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Kortland (1996) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อการตัดสินใจของนักเรียนในการกำจัดขยะมูลฝอย ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้นักเรียนศึกษาปัญหาเกี่ยวกับขยะ

ซึ่งเป็นบรรทัดฐานที่ทิ้งแล้วจากครัวเรือนและให้นักเรียนตัดสินใจเกี่ยวแก้ไขปัญหา จากงานวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถประเมินทางเลือกในการนำมาใช้แก้ปัญหาได้โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ตนเองสร้างขึ้นและหลังจากการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถถกเถียงเกี่ยวกับสถานการณ์การตัดสินใจได้ดีขึ้น นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจจากเดิมที่มีอยู่มากขึ้นโดยวัดจากเกณฑ์การประเมินตามพื้นฐานของรูปแบบเชิงบรรทัดฐานของกระบวนการตัดสินใจหลังจากการจัดการเรียนรู้

Lee, & Grace (2012) ได้ศึกษากระบวนการให้เหตุผลของนักเรียนในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในเรื่องการอนุรักษ์ค้างคาวในท้องถิ่น จากการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขปัญหาจากหลากหลายมุมมองโดยคำนึงถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการสร้างข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และสร้างค่านิยมที่เป็นไปได้ ผลจากการวิจัยพบว่า การตัดสินใจของนักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงค่านิยมจากมุมมองของมนุษย์สู่มุมมองแบบผสมผสานที่เน้นทั้งค่านิยมและการใช้ประโยชน์

Jho et al. (2014) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ทัศนคติ และการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนโต้แย้งในประเด็นเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศเกาหลี ซึ่งในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดความรู้ ทัศนคติ และการตัดสินใจเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ในสังคมปัจจุบัน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนจำนวน 89 คน โดยนักเรียนได้รับการทำแบบสอบถามก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น ความรู้ทางด้านเนื้อหา ความรู้ตามบริบท และทัศนคติ ซึ่งประกอบไปด้วยรูปภาพ ความปลอดภัย ความเสี่ยง ศักยภาพ ผลประโยชน์และรวมไปถึงบทบาทในอนาคต และในส่วนของ การตัดสินใจนั้นจะประกอบไปด้วยความพึงพอใจและทางเลือกเกี่ยวกับการขยายอายุของการใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจใน ด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทัศนคติ และการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าทัศนคติของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจ แต่ความรู้ ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจ

Bencze et al. (2015) ได้จัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความเชี่ยวชาญ ความมั่นใจ และแรงจูงใจในการดำเนินการวิจัยและการเจรจาต่อรองเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในงานวิจัยนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวความคิดและวิธีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ตนเองสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ยกตัวอย่างเช่น อาหารจานด่วน ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดครัวเรือน สเปรย์ฉีดผม เป็นต้น ว่าส่งผลกระทบในด้านบวกและด้านลบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร จากนั้นนักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ตนเองสนใจนำไปสู่การทำโครงการเพื่อเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้กับคนในสังคมทราบข้อมูลรวมไปถึงการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิธีแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากผลิตภัณฑ์ทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่าจากการทำกิจกรรมดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาในสังคม สามารถพัฒนาให้นักเรียนคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อื่นรวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกเหนือจากตนเอง นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเองเพื่อเข้าไปมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหาในสังคมเพิ่มมากขึ้น

Zouda, Nishizawa, & Bencze (2017, p. 339) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยมีเป้าหมายหลักคือการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ทุนทางวัฒนธรรมและสังคมของตนเองมาใช้เพื่อพยายามปรับปรุงคุณภาพชีวิตในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหาในสังคมของประเทศเวเนซุเอลา โดยผู้วิจัยได้กำหนดบริบททางสังคมและการเมืองในประเทศเวเนซุเอลา และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเผยแพร่ข้อมูลให้ความรู้กับประชาชนในสังคมเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ถูกส่งเสริมให้ได้รับความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องผลิตภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวให้บอกถึงผลกระทบทั้งในด้านดีและด้านที่ไม่ดีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม จากนั้นนักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นผลิตภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม นำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจในการเลือกวิธีเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาจากประเด็น

ดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าวิธีการดังกล่าวมีแนวโน้มที่ดีและส่งผลกระทบต่ออารมณ์แรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมในการดำเนินการแก้ไขปัญหาก็พร้อมทั้งสามารถตัดสินใจเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาได้เพิ่มมากขึ้น

จากเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีน้าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาประเด็นปัญหาที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ นักเรียนสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ มาใช้ในการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม และในงานวิจัยต่างประเทศได้มีงานวิจัยเป็นกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (STEPWISE) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาแก้ปัญหาที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลต่ออารมณ์แรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมในการดำเนินการแก้ไขปัญหาก็พร้อมทั้งสามารถตัดสินใจเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาของนักเรียนได้เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

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

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart (1988, p. 11 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาติตะกานนท์, 2558, น. 29 – 49) ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตาม

ประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผนภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยที่ขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวะการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

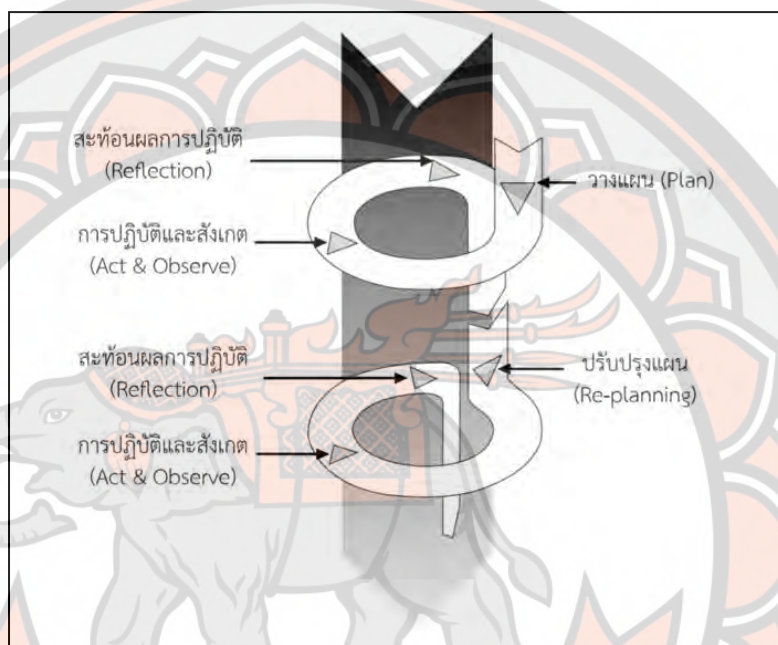
2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่าง ะมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริง การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสภาวะการณ์ ของเวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดี จะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องภายใต้การใช้ดุลยพินิจของผู้วิจัยในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและ ผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและ ปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง ปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือมีลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผน ไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าว ๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็น แนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้ ในขั้นการสังเกตการณ์ในเชิงวิพากษ์กระบวนการ และผลของการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคของการพัฒนา รวมทั้งประเด็น ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการ กลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วม ในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงของวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงาน ตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจร กระบวนการวิจัยในรอบต่อไป

โดยภาพรวมแล้ว กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ เริ่มต้น ด้วยการวางแผน และนำแผนไปสู่การปฏิบัติและการประเมินผล โดยผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยด้วยการใช้รูปแบบรอบรอบอาจจำเป็นต้องทำซ้ำอย่างน้อย 3 วงรอบ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถแก้ไขปัญหา ในชั้นเรียนและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่ได้ จากการประเมินผลไปใช้ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยในการวางแผนและปรับปรุงแผนปฏิบัติการ

ใหม่ เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ในขณะที่ดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสามารถปรับปรุงแก้ไขแผนการปฏิบัติงานได้ตลอดเวลา เพื่อให้แผนการปฏิบัติงานนั้นมีความเหมาะสมกับสภาพจริงของการปฏิบัติงาน ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis, & McTaggart (1988)

ที่มา: Kemmis, & McTaggart, 1988, p. 11 อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์, 2558, น. 29 – 49

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนห้องเรียนโครงการหลักสูตรภาษาอังกฤษแบบเข้มข้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Intensive English Program: IEP) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 37 คน แบ่งเป็นนักเรียนหญิง 34 คน นักเรียนชาย 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกอย่างเจาะจงเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งนักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนได้ดี มีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันรวมถึงมีความถนัดที่หลากหลาย แต่โดยภาพรวมแล้วนักเรียนมีความสามารถ

ในการเรียนรู้ในระดับดี นักเรียนมีความสนิสนม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี และมีความช่วยเหลือกันในเรื่องของการเรียน

บริบทของห้องเรียน

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการ ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งโรงเรียนมีความพร้อมในทุกด้าน มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่สามารถส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านครูผู้สอน สถานที่ อาคารเรียน ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการชีววิทยาและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มีเพียงพอสำหรับนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน มีสื่อและเทคโนโลยีที่มีความพร้อมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนพร้อมสำหรับใช้งาน โดยนักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนได้ ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถใช้ประโยชน์ในการสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียนได้ตามที่ต้องการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับคำถามวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย "แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรเป็นอย่างไร" ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย "การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร" ประกอบด้วย

2.1 แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ใบกิจกรรม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน
- 1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมจากเอกสาร
ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน
- 1.3 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม พันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ
- 1.4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย
 - 1.5.1 ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.5.2 สาระสำคัญ
 - 1.5.3 สาระการเรียนรู้
 - 1.5.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.5.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
 - 1.5.6 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้
 - 1.5.7 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.5.8 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข
- 1.6 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา
โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอทางเลือกและตัดสินใจร่วมกันซึ่งการตัดสินใจของนักเรียน
จำเป็นต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้การจัดการเรียนรู้
ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม

และสิ่งแวดล้อมของ Bencze (2017) ได้แก่ 1) ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจน 2) ชั้นเรียนรู้ความคิด และ 3) ชั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	ปัญหา	เวลา (ชั่วโมง)
1	พันธุวิศวกรรม	ถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการตัดแปลงพันธุกรรมให้มีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช เกิดการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม	4
2	การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม	การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) แทนการใช้วิธีตัดแปลงพันธุกรรมพืช ส่งผลให้เกิดข้อถกเถียงและความไม่มั่นใจของคนในสังคมขึ้นว่าวิธีการปรับแต่งจีโนมพืชมีความปลอดภัยหรือไม่	4
3	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม	แซลมอนจีเอ็มโอ ที่สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอ ส่งผลให้เกิดความกังวลขึ้นในสังคมถึงด้านความปลอดภัยแลผลกระทบต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต	4

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และครูพี่เลี้ยงพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะในเชิงบรรยาย

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา, อาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ภาควิชาชีววิทยา และครูชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาไม่ต่ำกว่า 10 ปี เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ดังนี้

5	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.9 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121)

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

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

1.10 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.11 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.68 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวិทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคลสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการตรวจสอบการเฉลยคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน เนื่องจากมีบางข้อในใบกิจกรรมที่ยังมีคำตอบไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบคำตอบ และทำการสืบค้นข้อมูลเพื่อทำเฉลยคำตอบให้ชัดเจนขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาทดลองใช้ เพื่อศึกษาและบันทึกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนห้องเรียนอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรม

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง ตลอดจนการแลกเปลี่ยนมุมมองการสะท้อน การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ โดยผู้สะท้อนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ครูชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาจำนวน 1 ท่าน และผู้วิจัย โดยเป็นการเขียนสะท้อนผลแบบอิสระ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดหัวข้อและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้แก่ ลักษณะการจัดการเรียนรู้ จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและแนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

2.2. สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคลสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ 1) ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจน 2) ชั้นเรียนรู้ความคิด และ 3) ชั้นปฏิบัติการ โดยแต่ละชั้นมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่าแต่ละชั้นนั้นได้ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ และบันทึกจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและแนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นสร้างแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ซึ่งแบบประเมินจะมีลักษณะเป็นสถานการณ์ 1 สถานการณ์ โดยสถานการณ์นั้นจะมีข้อความสถานการณ์ละ 8 ข้อ โดยลักษณะคำถามจะเป็นไปตามตัวชี้วัดของความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง

3.1.3 สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ

3.1.4 พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก

3.1.5 สร้างเกณฑ์การประเมินแต่ละทางเลือก

3.1.6 ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน

3.1.7 แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.1.8 ทบทวนการตัดสินใจในแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้เหตุผล

3.2 จากนั้นผู้วิจัยกำหนดตัวบ่งชี้ ซึ่งเป็นแนวทางของคำตอบและกำหนดระดับคะแนนของแต่ละตัวบ่งชี้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

3.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทาง
สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นแบบเขียนตอบอย่างอิสระ แสดงดังตาราง 6

**ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์ความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ลักษณะข้อสอบ แบบถามตอบอิสระ / จำนวน (ข้อ)
1. ระบุผู้ที่มีส่วนได้ – ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	1
2. เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่ สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง	1
3. สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือ ปัญหาที่ได้รับ	1
4. พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการ เปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และ พิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก	1
5. สร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก	1
6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการ สืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการ เลือกตัดสินใจ	1
7. แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางในการแก้ไข ปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	1

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ลักษณะข้อสอบ แบบถามตอบอิสระ / จำนวน (ข้อ)
8. ทบทวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้ เหตุผล	1
รวม	8

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนข้อสอบตามเกณฑ์ของ Eggert, & Bogeholz (2010, pp. 241) โดยผู้วิจัยนำการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของนักเรียนในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
1. การระบุผู้ที่มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม		
1.1 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับบุคคล	ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลได้	0
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจาก	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
	ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความ เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจาก ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลได้ถูกต้อง	2
1.2 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียใน ระดับสังคม	ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มี ความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความ ขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้	0
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความ เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจาก ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความ เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจาก ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
1.3 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ในระดับสิ่งแวดล้อม	ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มี ความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความ ขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อมได้	0
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความ เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจาก ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
	วิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อมได้เพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
	รวม	6
2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	ไม่สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้	0
หมายเหตุ :	สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้	1
จะต้องเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องใน 4 ด้าน ดังนี้	ถูกต้อง 1 ด้าน	
2.1 ด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ	สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้	2
2.2 ด้านบุคคล	ถูกต้อง 2 ด้าน	
2.3 ด้านสังคม	สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้	3
2.4 ด้านสิ่งแวดล้อม	ถูกต้อง 3 ด้าน	
	สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้	4
	ถูกต้อง 4 ด้าน	
3. การสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้		

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
หมายเหตุ:		
- ทางเลือกจะต้องเป็นทางเลือกที่เป็นการปฏิบัติทางบวก มีคุณธรรม จริยธรรม		
- ทางเลือกต้องมีความชัดเจนและสอดคล้องกับปัญหาหรือความขัดแย้ง		
3.1 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไข ปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นใน สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในระดับบุคคล	ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ใน ระดับบุคคลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ใน ระดับบุคคลได้ถูกต้อง	2
3.2 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในระดับสังคม	ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ใน ระดับสังคมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ใน ระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
3.3 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ใน ระดับสิ่งแวดล้อม	ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
	ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	2
3.2 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคม	ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
3.3 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อม	ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	2

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
รวม		6
4. การพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่สร้างขึ้นในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม		
4.1 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล	ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2
4.2 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคม	ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2
4.3 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อม	ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2
รวม		6
5. การสร้างเกณฑ์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์		
	ไม่มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ชัดเจน	0
	มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือก ไม่ชัดเจนและไม่สมเหตุผล	1

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
	มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือก ทางเลือก ที่มีความชัดเจนและเป็นเหตุ เป็นผล	2
6. การตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็น ในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์		
หมายเหตุ:		
- ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด		
- ทางเลือกจะต้องเป็นทางเลือกที่เป็นการปฏิบัติทางบวก มีคุณธรรม จริยธรรม		
6.1 มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ใช้ ตัดสินใจ และสามารถให้เหตุผลในการ ตัดสินใจได้	ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือก และ ให้เหตุผลในการตัดสินใจได้	0
หมายเหตุ :	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้	1
มีการให้เหตุผลที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	ไม่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการ ตัดสินใจและไม่สามารถให้เหตุผลในการ ตัดสินใจได้	1
	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้ มี ความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการ ตัดสินใจและสามารถให้เหตุผลในการ ตัดสินใจได้	2
6.2 มีความสอดคล้องกับความเป็นอยู่ ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการ แก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งที่สอดคล้อง กับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้	0
หมายเหตุ :		

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
6.2.1 ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล คือ จะต้องเป็นทางเลือกที่ส่งเสริมสุขภาพที่ดีทั้งทางร่างกายและจิตใจ รวมไปถึงการดูแลสุขภาพของบุคคลทั้งในด้านของโภชนาการและความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ 1 ด้าน หมายเหตุ : ด้านใดด้านหนึ่งจากด้านบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	1
6.2.2 ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับสังคม คือ ทางเลือกที่เป็นแนวทางการปฏิบัติในฐานะพลเมืองของสังคมในการมีส่วนร่วมพัฒนาสังคม ผู้การมีสังคมที่มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นตามมารวมถึงสภาพเศรษฐกิจที่ดีของสังคม	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน หมายเหตุ : 2 ด้านใดก็ได้จากด้านบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	2
6.2.3 ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นในระดับสิ่งแวดล้อม คือ การดำเนินงานต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ การกระทำที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสามารถเอื้อประโยชน์กับมนุษย์อย่างไม่ขาดแคลนและใช้ได้ตลอดไป	สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ด้าน	3
	รวม	5
7. การแบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ	ไม่สามารถสะท้อนผล ประเมินทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐานที่มีได้	0

ตาราง 7 (ต่อ)

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
หมายเหตุ : ต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม	สามารถสะท้อนผล และประเมินทางเลือก แนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐานที่ มีได้เพียงบางส่วน	1
	สามารถสะท้อนผล และประเมินทางเลือก แนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐาน ที่มีได้สมบูรณ์	2
8. การทบทวนการตัดสินใจแนวทางการ การแก้ไขปัญหา	ไม่มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการ ปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือไม่ และไม่สามารถให้เหตุผลได้	0
	มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการ ปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือไม่ และให้เหตุผลได้เพียงบางส่วน	1
	มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการ ปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือไม่ และให้เหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วน	2

3.4 วิเคราะห์โดยจัดกลุ่มระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008) ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1 - 17 คะแนน	ถ้าได้ <50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุงเร่งด่วน
18 - 20 คะแนน	ถ้าได้ 50% - 59 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุง
21 - 23 คะแนน	ถ้าได้ 60% - 69 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
24 - 27 คะแนน	ถ้าได้ 70% - 79 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับดี
28 - 33 คะแนน	ถ้าได้ 80% - 100 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระดับดีมาก

3.5 นำแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา อาจารย์จากภาควิชาชีววิทยาคณะวิทยาศาสตร์ และครูชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยาไม่ต่ำกว่า 10 ปี ในการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC: Index of item - objective congruence) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
โดย	+1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
	-1	หมายถึง	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2552)

3.6 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าในแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1 ซึ่งมีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

3.7 นำผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.8 นำแบบวัดความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

4. ไบกิจกรรม

เป็นไบกิจกรรม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เป็นการตอบคำถามแบบเขียนตอบ โดยผู้วิจัยออกแบบขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด แสดงการใช้เหตุผล

ในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม หลังจากสิ้นสุดแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

4.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบบริบทหรือสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีขอบข่ายดังนี้

4.2.1 ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน สถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยงานวิจัยนี้ใช้ 3 สถานการณ์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และเซลล์มอนจีเอ็มโอ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อความที่เป็นประเด็นข่าวเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยในส่วนของวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์

4.1.2 ส่วนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นสถานการณ์ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมีข้อความเพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบแบบอิสระ ซึ่งลักษณะคำถามจะมีหัวข้อหลัก ๆ คือ ปัญหาที่ต้องการศึกษา ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ในการนำมาใช้แก้ไขปัญหา พิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก สร้างเกณฑ์ในการประเมินแต่ละทางเลือก ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการทบทวนการตัดสินใจของตนเอง

4.1.3 ส่วนสรุป เป็นชิ้นงานที่นักเรียนทำขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ทำการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ มาจัดกระทำข้อมูลทั้งหมดลงบนกระดาษรูปพร้อมนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน และนำมาจัดทำข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบอื่น เช่น แผ่นพับหรือโปสเตอร์ เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้นักเรียนและบุคลากรในโรงเรียน

4.3 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไข และทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.4 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

อาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน

โดยการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC: Index of item - objective congruence) ให้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
โดย	+1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
	1	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
	-1	หมายถึง	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อคำถามข้อนั้นสามารถนำไปใช้ในใบกิจกรรม เพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552)

4.5 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของใบกิจกรรม พบว่าในแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1 ซึ่งมีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์

4.6 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไขและนำไปปรับปรุงใบกิจกรรมการตัดสินใจให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

4.7 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของใบกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยที่ 4.35 แสดงว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมระดับ มาก

4.8 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

1. ประเมินทิศและชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เข้าร่วมวิจัย
2. จัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ตามที่ได้ออกแบบไว้ จำนวน 4 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พันธุวิศวกรรม

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากการสำรวจความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขาดความมั่นใจในการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดไม่มีคำตอบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาคัดเจน นอกจากนี้ นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้กับนักเรียนโดยตรง นักเรียนจึงมักสอบถามและมีความมั่นใจเกี่ยวกับข้อมูลจากครูผู้สอนมากกว่าการค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง ขาดการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มในการหาข้อสรุปซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาของนักเรียนนั้นแสดงถึงการแก้ไขปัญหาที่คำนึงถึง

สุขภาพในระดับบุคคลเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ในเรื่อง สารควบคุม การเจริญเติบโตของพืช ไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาจากการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม นำมาวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นทำการออกแบบการจัดการ การเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ขั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่องมือวิจัยคือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผล ของนักเรียนคือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์สอน ชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อน การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในครั้งถัดไป คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การวิเคราะห์ DNA และการศึกษา จีโนม

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำมาปรับปรุง ให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ

สิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

ขั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนมาปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการจากรวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ชั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

ชั้นสังเกต

ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาดิจิทัล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนมาปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว

นักเรียนจะทำแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แล้วนำผลคะแนนของนักเรียนไปทำการวิเคราะห์ผลต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยขอสรุปเครื่องมือวิจัยที่ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรเป็นอย่างไร	-แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	- ผู้วิจัย	- ระหว่างวงจรปฏิบัติการ
2. การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ได้หรือไม่ อย่างไร	- ใบกิจกรรม - แบบประเมิน ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	- ผู้วิจัยและครูประจำการ	- หลังจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

1.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผู้บันทึกประกอบด้วยผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 ท่าน ได้แก่ ครูผู้สอนชีววิทยาที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี โดยวิธีการบันทึกข้อมูลจะบันทึกอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยทำการพิจารณาจากลักษณะการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในแต่ละชั้นตอนหรือไม่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1.1.1 อ่านสิ่งที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงไปแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.1.2 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสของข้อมูล โดยกำหนดคำหลักและความหมาย เพื่อใช้แทนข้อความของผู้สะท้อนผลลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.1.3 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดหมู่เดียวกัน

1.1.4 สร้างบทสรุปและเขียนสรุปจากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้อย่างมีความเชื่อมโยงเป็นความเรียง โดยสรุปเป็น 3 ส่วน คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.1.5 เมื่อได้ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ผู้วิจัยจะทำการนำข้อสรุปดังกล่าวไปให้ครูที่สอนชีววิทยาจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้สะท้อนได้เขียน หรือไม่ อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยจะมีการนำข้อมูลจากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

1.1.6 นำสรุปภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่ามีภาพรวมเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในวงรอบครั้งต่อไป

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 นั้น ประกอบด้วย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชีววิทยาจำนวน 1 ท่าน และผู้วิจัยเอง โดยผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จะได้รับแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งผู้สะท้อนจะต้องเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการวิจัย และทำการเขียนบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น พร้อมทั้งมีการพูดคุยเกี่ยวกับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้หลังจากการสอนจบในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาต่อไป ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (resource triangulation)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

2.1 แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1.1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งได้จากสิ่งผู้เรียนได้ตอบคำถามลงในแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคะแนนดังตาราง 7 ที่แสดงไว้ข้างต้น

2.1.2 ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.1.3 นำคะแนนมาวิเคราะห์ จัดทำคะแนนเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ จากนั้นนำมาเทียบกับระดับเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงและอ้างอิงมาจากการวัดระดับความสามารถในการตัดสินใจของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008) ซึ่งคะแนนในการจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับไว้ ดังตาราง 8 ที่แสดงไว้ข้างต้น

2.1.4 วัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และสรุปผลการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.2 ไบกิจกรรม

เป็นการวิเคราะห์ไบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากไบกิจกรรม ทำการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยกำหนดรหัสข้อมูลแต่ละพฤติกรรมย่อยของความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดค่าหลักและความหมายเพื่อใช้แทนข้อความในไบกิจกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสแทนตัวนักเรียนและกลุ่มของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

S แทน นักเรียนเป็นรายบุคคล

G แทน กลุ่มของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 7 กลุ่ม ได้แก่ G1-G7

2.2.2 มีการกำหนดการให้คะแนนจากใบกิจกรรมของนักเรียนตามกลุ่มที่จัดไว้
ดังตาราง 7 ที่แสดงไว้ข้างต้น

2.2.3 นำคะแนนรวมเฉลี่ยจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์
โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย จากนั้นนำมาหาค่าร้อยละ และเทียบระดับเกณฑ์ที่มีการ
ปรับปรุงและอ้างอิงจาก The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008)
ซึ่งคะแนนในการจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับ
วิทยาศาสตร์นั้นกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับไว้ ดังตาราง 8 ที่แสดงไว้ข้างต้น

2.2.4 เปรียบเทียบการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็น
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และสรุปผล
การส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 นั้น ประกอบด้วยแบบประเมิน
ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์
และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และใบกิจกรรม โดยทั้งสองเครื่องมือวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล
โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ และจัดระดับ
ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งคะแนนจาก
แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และ
ใบกิจกรรมจะนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูแนวโน้มการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความ
น่าเชื่อถือข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากนั้นใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยา และตัวผู้วิจัยแต่ละวงรอบปฏิบัติการ นำมาวิเคราะห์และสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา (Student Reflect)

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูใช้คลิปวิดีโอ สถานการณ์ข่าวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อนำเสนอตัวอย่างประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ จากความรู้ที่มีอยู่เดิมอย่างเปิดกว้าง และสถานการณ์ที่ใช้ในบทเรียนนั้นเป็นประเด็นปัญหาที่เป็นผลกระทบของการใช้ความรู้พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระดับบุคคล

สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ สถานการณ์ข่าวถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการดัดแปลงพันธุกรรมให้มีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช เกิดการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ข่าวการใช้วิธีปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) แทนการใช้วิธีดัดแปลงพันธุกรรม พืช ส่งผลให้เกิดข้อถกเถียงและความไม่มั่นใจของคนในสังคมขึ้นว่าวิธีการปรับแต่งจีโนมพืชมีความปลอดภัยหรือไม่ จะส่งผลในระยะยาวกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร และสถานการณ์ ปลาแซลมอนจีเอ็มโอที่สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอ ที่ประเทศแคนาดาเป็นประเทศแรกของโลก ส่งผลให้เกิดความกังวลขึ้นในสังคมถึง ด้านความปลอดภัยและความกังวลถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต

จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นจากความรู้ที่มีอยู่เดิมอย่างเปิดกว้าง และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงผลดีและผลเสียจากสถานการณ์ข่าวที่จะส่งผลกระทบต่อทั้งตัวนักเรียนเอง และผลกระทบที่จะส่งผลถึงด้านบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม จากนั้นบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดาน โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลา 60 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในชั้นเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การใช้คลิปวิดีโอข่าวเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้นักเรียน ผู้วิจัยเลือกใช้ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบในหลากหลาย มิติ ทั้งด้านความเป็นอยู่และสุขภาพของบุคคล ด้านสังคมรวมถึงเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นประเด็นที่ยังไม่มีแนวทางแก้ไข ปัญหาที่ชัดเจน โดยคลิปวิดีโอที่เลือกนำมาใช้นั้นผู้วิจัยทำการตัดคลิปวิดีโอเลือกเฉพาะเนื้อหาที่สำคัญและแสดงถึงประเด็นปัญหาได้ชัดเจนซึ่งได้กำหนดความยาวของคลิปวิดีโอประมาณ 5 นาที โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เลือกใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้ ประเด็นที่ 1 คือ ประเด็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการดัดแปลงพันธุกรรมให้มีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช เกิดการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ซึ่งประเด็นนี้นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะนักเรียนสามารถพบผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ที่ผลิตมาจากถั่วเหลืองในชีวิตประจำวัน และประเด็นพืชจีเอ็มโอนั้นเป็นประเด็นที่นักเรียนเคยพบเห็นจากข่าว หรือสื่อสังคมออนไลน์ จึงทำให้ประเด็นดังกล่าวสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยากล่าวว่

“คลิปวิดีโอข่าวสามารถนำมาใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน และทำให้นักเรียนสามารถเห็นถึงประเด็นปัญหาได้ดี และคลิปวิดีโอที่ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมสามารถให้ความรู้เกี่ยวกับถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้ดี”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 9 มกราคม 2562)

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยใช้ประเด็นการใช้วิธีปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) แทนการใช้วิธีตัดแปลงพันธุกรรมพืช ส่งผลให้เกิดข้อถกเถียงและความไม่มั่นใจของคนในสังคมขึ้นว่าวิธีการปรับแต่งจีโนมพืชมีความปลอดภัยหรือไม่ มีความแตกต่างจากการตัดแปลงพันธุกรรมอย่างไร และจะส่งผลในระยะยาวกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไรก็ตาม โดยผู้วิจัยได้ใช้ภาพข่าวที่นำเสนอประเด็นดังกล่าวในเว็บไซต์ออนไลน์ บทความวิจัยเกี่ยวกับโครงการศึกษาจีโนมข้าวสาลีของนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงข้อคิดเห็นของคนในสังคมในเว็บไซต์ข่าวออนไลน์มาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน พบว่าสามารถกระตุ้นความสนใจนักเรียนได้ดี สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“สื่อที่ใช้มีความเหมาะสมและน่าสนใจ นอกจากการใช้คลิปวิดีโอข่าวแล้ว มีการใช้หัวข้อข่าวจากในเว็บไซต์ข่าว และใช้บทความวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาจีโนมให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม สามารถนำมาใช้ในการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2, 21 มกราคม 2562)

และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยใช้ประเด็นปลาแซลมอนจีเอ็มโอที่สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอที่ประเทศแคนาดาเป็นประเทศแรกของโลก ส่งผลให้เกิดความกังวลขึ้นในสังคมถึงด้านความปลอดภัยและความกังวลถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต พบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนสามารถพบปลาแซลมอนซึ่งนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารในชีวิตประจำวัน และประเด็นพืชจีเอ็มโอนั้นเป็นประเด็นที่นักเรียนเคยพบเห็นจากข่าว หรือสื่อสังคมออนไลน์ จึงทำให้ประเด็นดังกล่าวสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“เนื่องจากปลาแซลมอนเป็นสินค้าที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน เป็นประเด็นที่นำมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 30 มกราคม 2562)

จากการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยพบว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น คลิปวิดีโอที่นำเสนอประเด็นข่าว บทความวิจัย ภาพข่าวจากสื่อออนไลน์ เพื่อใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนนั้นมีความสำคัญ เพราะการใช้สื่อเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนและเชื่อมโยงกับกิจกรรมในห้องเรียนครูจำเป็นต้องใช้สื่อที่หลากหลาย และเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนต่อการศึกษาในเนื้อหานั้น ๆ สื่อที่นำมาใช้ควรเป็นสื่อที่นำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อด้านความเป็นอยู่และสุขภาพของบุคคล ด้านสังคมรวมถึงเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านบวกและด้านลบ และเป็นเรื่องใกล้ตัว สามารถพบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จะสามารถช่วยเพิ่มมุมมองหรือผลกระทบที่เกิดจากประเด็นดังกล่าว นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมในห้องเรียนกับสังคมในปัจจุบัน

1.2 การกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองหลังจากที่ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรใช้คำถามที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองกับประเด็นที่ครูนำเสนออย่างเปิดกว้าง ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นปัญหาในทางด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียน ความเป็นอยู่และสุขภาพของบุคคล และยังรวมถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าหลังจากที่ครูให้นักเรียนได้ดูคลิปวิดีโอที่นำเสนอเกี่ยวกับประเด็นปัญหาถั่วเหลืองจีเอ็มโอ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า "นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ" และ "นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ" ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจกับประเด็นถั่วเหลืองที่ครูนำเสนอ มีการพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหา แต่นักเรียนยังไม่มี ความกล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ มีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดไม่มีคำตอบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน จึงส่งผลให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

เกี่ยวกับผลดีและผลเสียที่จะส่งผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมได้น้อย สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยากล่าวว่า

“นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่น่าเสนอ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนให้มากขึ้น”

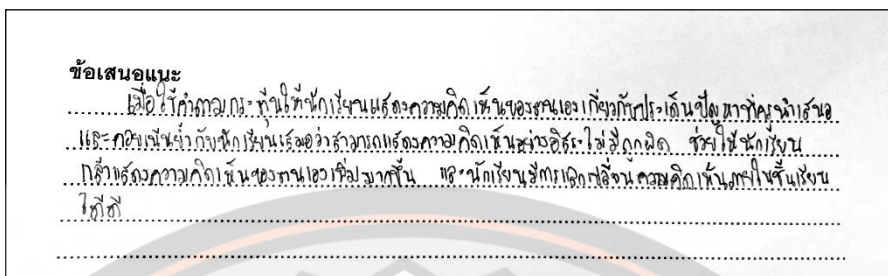
(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 9 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังจากผู้วิจัยนำเสนอประเด็นปัญหาการปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) ผู้วิจัยได้ปรับคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้นและเน้นย้ำกับนักเรียนเสมอว่านักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาได้อย่างอิสระไม่มีถูกผิด โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวในชั้นเรียนอย่างอิสระ พบว่านักเรียนในชั้นเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียนได้ดี และกล้าแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นการปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาได้ดี นักเรียนมีความกล้าแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2, 21 มกราคม 2562)

และสอดคล้องกับบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงถึงการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองในชั้นเรียนเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 10



ภาพ 10 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2
 (ผู้วิจัย, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 21 มกราคม 2562)

แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า ประเด็นเกี่ยวกับเรื่อง การปรับแต่งจีโนมพีช (Genome editing) เป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่คุ้นเคยกับเนื้อหาและคำศัพท์เฉพาะบางคำเกี่ยวกับเนื้อหาการปรับแต่งจีโนม ส่งผลให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นครูผู้สอนชีววิทยาจึงให้คำแนะนำว่าให้เพิ่มเวลานักเรียนในการศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวก่อน จะช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายมากขึ้น โดยกล่าวว่า

"เนื่องจากประเด็นการปรับแต่งจีโนมพีชเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ครูอาจให้เวลานักเรียนในการศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวก่อน จะช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายได้มากขึ้น"

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2, 21 มกราคม 2562)

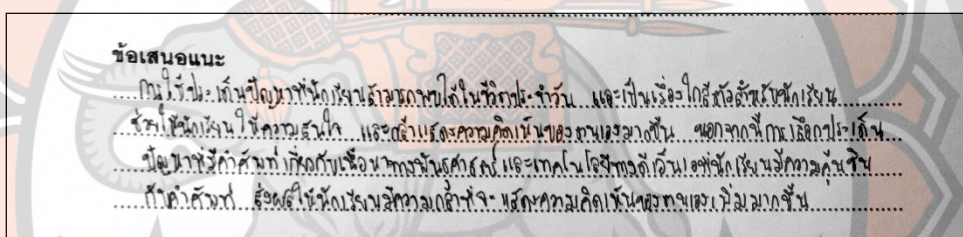
ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและหาประเด็นปัญหาในสังคมที่เป็นเรื่องใกล้ตัวสำหรับนักเรียน สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และประเด็นปัญหาดังกล่าวมีคำศัพท์เกี่ยวกับเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคยจากบทเรียนอยู่แล้ว และให้เวลานักเรียนเพิ่มขึ้นในการศึกษาประเด็นปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลายเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชีววิทยาว่า

"คำศัพท์เกี่ยวกับเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ในประเด็นข่าวแซลมอนจีเอ็มโอไม่ยากเกินไปสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และให้ความร่วมมือ

ในการแสดงความคิดเห็น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในระดับเรียนถึงผลดีและผลเสียของประเด็นปัญหาได้ดี และครูให้เวลานักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มก่อนแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย"

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 30 มกราคม 2562)

และสอดคล้องกับการสะท้อนของผู้วิจัย ซึ่งได้บันทึกในหลังแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้วิจัยสามารถเลือกประเด็นปัญหาที่ใกล้ตัวกับนักเรียน และมีคำศัพท์เกี่ยวกับเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ไม่ยากเกินไปสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลายมากขึ้น ดังแสดงในภาพ 11



ภาพ 11 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (ผู้วิจัย, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 30 มกราคม 2562)

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การบันทึกข้อความที่ได้จากการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนหน้าชั้นเรียน ตามการสะท้อนของครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากขึ้น โดยเปลี่ยนจากครูที่ทำหน้าที่จัดความคิดเห็นนักเรียนบนกระดานให้นักเรียนผู้เป็นตัวแทนชั้นเรียนเป็นผู้จัดบันทึก และให้เปลี่ยนเป็นนักเรียนคนอื่นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยกล่าวว่า

“ในการจัดบันทึกความคิดเห็นลงบนกระดานควรให้นักเรียนเป็นผู้จัดบันทึกแทนครูผู้สอน จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 9 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงให้ตัวแทนนักเรียนหนึ่งคน เป็นผู้บันทึกข้อความของเพื่อนในชั้นเรียนที่ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแสดงความคิดเห็นที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหานั้นควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การใช้คลิปวิดีโอข่าวเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้นักเรียน โดยใช้สถานการณ์ข่าวหรือประเด็นซึ่งเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบในหลากหลายมิติ ทั้งด้านความเป็นอยู่ และสุขภาพของบุคคล ด้านสังคมรวมถึงเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นประเด็นที่ยังไม่มีแนวทางแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน และเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากประเด็นดังกล่าว นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมในห้องเรียนกับสังคมในปัจจุบัน และสามารถตั้งดูความสนใจของนักเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ได้

2. การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง ควรใช้คำถามที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองกับประเด็นที่ครูนำเสนออย่างเปิดกว้าง โดยเน้นย้ำกับนักเรียนเสมอว่านักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาได้อย่างอิสระไม่มีถูกผิด และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวในชั้นเรียนอย่างอิสระ

3. ในการจัดการเรียนรู้ควรเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากขึ้น โดยเปลี่ยนจากครูที่ทำหน้าที่จดความคิดเห็นนักเรียนบนกระดานให้นักเรียนผู้เป็นตัวแทนชั้นเรียนเป็นผู้จดบันทึก จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ชั้นเรียนรู้ความคิด (Teacher Teaches)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สอนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอให้กับนักเรียน และครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 5-6 คน จากนั้นให้นักเรียนทำการสืบค้นและลงมือทำปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำปฏิบัติการสร้างดีเอ็นเอสายผสม (DNA recombinant) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อการเรียนรู้การสร้างดีเอ็นเอสายผสมแบบกระดาษเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายและสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำปฏิบัติการวิเคราะห์ขนาดของจีโนม และวิเคราะห์จีโนมเพื่อหาผู้ร้ายในคดีฆาตกรรม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้คลิปวิดีโอให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการโคลนยีน และการวิเคราะห์

จึงนิยมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ได้ดีมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวแล้วคัดเลือกคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาดังกล่าว และทำการตัดคลิปวิดีโอเฉพาะเนื้อหาที่สำคัญเป็นความยาวไม่เกิน 5 นาที เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการสอน เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้ โดยระหว่างการค้นคว้าของนักเรียน ผู้วิจัยจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสืบค้นและคอยให้คำแนะนำนักเรียนในการสืบค้นข้อมูล จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นปัญหาที่กำหนดให้ ทั้งในด้านบวกและด้านลบที่จะสามารถส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยหลังจากการอภิปรายผู้วิจัยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างทางเลือกและอภิปรายถึงวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยระหว่างการสร้างทางเลือกผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาสร้างทางเลือก โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสืบค้นและคอยให้คำแนะนำในการสืบค้นข้อมูล จากนั้นให้นักเรียนบันทึกผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย และข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น รวมถึงทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นลงในใบกิจกรรม โดยนักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรม 1 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังจากนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นปัญหาดังกล่าว ทั้งในด้านบวกและด้านลบที่จะสามารถส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม จากผลการดำเนินกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอได้เพียงบางส่วน โดยนักเรียนระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากสถานการณ์ข่าวที่ครูให้ในใบความรู้เพียงเท่านั้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นอกจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในสถานการณ์ข่าวแล้วครูควรเชื่อมโยงเหตุการณ์สถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหาเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากสถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหา

ที่ครูนำเสนอได้ดีขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 14 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงเชื่อมโยงสถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหาที่นำเสนอในชั้นเรียนเชื่อมโยงเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียนอกเหนือจากในสถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ ส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมมากขึ้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“เมื่อเชื่อมโยงเชื่อมโยงประเด็นปัญหาเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนนักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาได้ดีขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

2.2 การจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้สำหรับการสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เตรียมใบความรู้ บทความวิจัย และข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลทั้งทางด้านบวกและด้านลบเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่นำเสนอ เพื่อให้นักเรียนได้ทำการสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลในการนำไปใช้สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากในหนังสือ และใบความรู้ที่ครูแจกให้ในคาบเรียนมากกว่าสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้เนื้อหาที่ได้จากการสืบค้นไม่หลากหลาย โดยนักเรียนสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเพิ่มเติมเพียงด้านสังคมและด้านสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 12

4. จากปัญหาที่ระบุมาข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
ด้านการแก๊วกรกฎมมาช	กฎมมาชปัจจุบันยังไม่ ล้มทุมมากพอในการผลิต น้ำเขา - ส่วออก	
การเผาปลงกบงจางพันธ์	ไม่ควรนำมาเผาพันธ์ ประปน กับ พืชที่ไม่ได้ตัด ถ่อ นั้น อกรวม	

ภาพ 12 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนจากการเก็บรวบรวมข้อมูล และสืบค้นข้อมูล
ในระหว่างชั้นเรียนรู้ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงข้อมูล
ในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (G2, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ,
14 มกราคม 2562)

ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าควรกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และให้นักเรียน
หาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายนอกเหนือจากใบความรู้และหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียน
สามารถสืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผล
การสะท้อนของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

"ใบความรู้มีเนื้อหามากเกินไป ควรลดจำนวนใบความรู้ลง และเน้นให้นักเรียน
เป็นผู้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
นอกเหนือจากใบความรู้และในหนังสือเรียน และครูควรกำชับให้นักเรียนเห็นความสำคัญ
ของความน่าเชื่อถือของข้อมูล และให้เขียนถึงแหล่งอ้างอิงของข้อมูลทุกครั้ง"

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 14 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ลดจำนวนเนื้อหาใน
ใบความรู้ลง เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง
มากขึ้น โดยผู้วิจัยทำหน้าที่คอยแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสืบค้นของนักเรียน
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับนักเรียนถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่นักเรียนทำการสืบค้น
และให้นักเรียนเขียนที่มาของแหล่งข้อมูลด้วยทุกครั้ง พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นหาข้อมูล

ด้วยตนเองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่มา ทำให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอที่กว้างขึ้น ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยพบระหว่างการทำกิจกรรมคือ เมื่อนักเรียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจะส่งผลให้นักเรียนได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนต้องนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์ และเป็นผู้สรุปข้อมูลด้วยตนเอง

นอกจากนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลว่าข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ เกิดการเปรียบเทียบข้อมูลจากแต่ละแหล่งข้อมูลที่ทำ การสืบค้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัประเด็นปัญหาได้ครบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านบุคคล ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 13

4. จากปัญหาที่ได้ระบุนำข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- เศรษฐกิจ	ป้องกันควราเสียหายที่เกิดจากตามผลิตภัณฑ์ของสินค้า GMO	ทางฟ
- กฎหมาย	เมื่อไรกษาสั่งถึง ขอรผู้บริโภคา ผู้ประกอบการ	เดลินิวส์
- อื่นๆอีกคือ	รักษาสมดุลทางธรรมชาติ ไม่นให้เกิดการ กลาง นันธุ์	BBC
- พันธุ์จีเอ็มรวม	ตัดต่อสักับพันธุ์ พัฒนาเนื้อ ความ ก้าวหน้า	สถาบันจุฬาศาสตร์ แนวชาติ

ภาพ 13 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนจากการเก็บรวบรวมข้อมูล และสืบค้นข้อมูล ในระหว่างชั้นเรียนรู้ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (G2, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

2.3 พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมของนักเรียน ในการสืบค้นและเก็บ รวบรวมข้อมูลผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ต่าง ๆ ทั้งในด้านบวกและด้านลบเพื่อนำไปใช้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหา ในวงจร

ปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า มีสมาชิกบางกลุ่มไม่ให้ความช่วยเหลือเพื่อนในการสืบค้นข้อมูล ทำให้การบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนดให้ สอดคล้องกับผลสะท้อนของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

"มีสมาชิกบางกลุ่มนำงานอื่นมาทำในขณะที่สมาชิกคนอื่น ๆ กำลังสืบค้นข้อมูล ทำให้นักเรียนทำงานที่ครูมอบหมายเสร็จล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด ครูควรกระตุ้นการทำงาน of นักเรียนในการทำใบกิจกรรม และอาจใช้การตักเตือนนักเรียนเมื่อมีนักเรียนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ครูอาจแจ้งเตือนเวลาที่เหลือกับนักเรียนเพื่อเป็นการเร่งให้นักเรียนทำงานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด"

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงชี้แจงกับนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่การทำงานกันภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงาน และหน้าที่ของตนเอง อีกทั้งคอยกระตุ้นการทำงาน of นักเรียน คอยแจ้งเตือนเวลาในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยพบในระหว่างการทำกิจกรรมคือ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงาน และช่วยกันสืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล และพยายามช่วยเหลือกันในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลส่งผลให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นักเรียนแต่ละกลุ่มรู้หน้าที่ของตนเองและมุ่งมั่นในการทำงาน ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด ดังภาพ 14



ภาพ 14 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน
ในระหว่างชั้นเรียนรู้ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3

2.4 การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ โดยนักเรียนต้องสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ไปใช้แก้ไขปัญหาที่ครูนำเสนอ โดยแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นต้องสามารถแก้ไขปัญหได้ในทั้งระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาใช้สร้างทางเลือกเพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้เพียงบางกลุ่ม เนื่องจากมีนักเรียนบางกลุ่มยังแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันสร้างทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหภายในกลุ่มน้อย จึงส่งผลให้ทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหานั้นเป็นทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหได้ในด้านสุขภาพของบุคคล และด้านสิ่งแวดล้อมเพียงเท่านั้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของครูผู้สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหได้ แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหได้น้อย ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มให้มากขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 14 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงคอยกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และช่วยกันสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหจากสถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ และเน้นย้ำกับนักเรียนเพิ่มเติมในการสร้างทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นำไปใช้แก้ปัญหานั้นต้องเป็นทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่มมากขึ้น และนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ ดังภาพ 15

5. นักเรียนจะมีแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากข้อที่ 4 มาแก้ปัญหาอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนแนวทางที่เป็นไปได้มา 3 ข้อ)

1. การนำวัสดุชีวภาพของพืช GMO มาใช้ประโยชน์ในเชิงเกษตรและเชิงอุตสาหกรรม
2. การนำเทคโนโลยีชีวภาพของ GMO มาใช้เพื่อผลิตยาและวัคซีน
3. การนำเทคโนโลยีชีวภาพของ GMO มาใช้เพื่อผลิตพลังงานทดแทน

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่สร้างทางเลือกแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคมและสิ่งแวดล้อม (G2, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอน จีเอ็มโอ, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนผู้มีความคิดควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรเชื่อมโยงสถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหาที่น่าเสนอในชั้นเรียนเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียนอกเหนือจากในสถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ จะช่วยส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมมากขึ้น
2. การจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้สำหรับการสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรจัดให้นักเรียนอย่างเหมาะสมไม่มากเกินไป และเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเองมากขึ้น โดยผู้วิจัยทำหน้าที่คอยแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสืบค้นของนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับนักเรียนถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่นักเรียนทำการสืบค้น และให้นักเรียนเขียนที่มาของแหล่งข้อมูลด้วยทุกครั้ง
3. พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมของนักเรียน ควรชี้แจงกับนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่การทำงานกันภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำงาน ช่วยกันสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งคอยกระตุ้นการทำงานของนักเรียน คอยแจ้งเตือนเวลาในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียน เพื่อให้ทุกคนทำไปกิจกรรมเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด
4. การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ครูนำเสนอ ควรกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ให้นักเรียนช่วยกันสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ และเน้นย้ำกับนักเรียนเพิ่มเติมในการสร้าง

ทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นำไปใช้แก้ไขปัญหานั้นต้องเป็นทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Student Practice)

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลและสร้างทางเลือกที่หลากหลายเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหานั้นแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้น และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปและทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหานี้ในปฏิกิริยาจากนั้นผู้วิจัยได้แจกกระดาษบุฟให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงาน หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นของกลุ่มตนเองโดยมีเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มอื่นตั้งคำถามเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหานั้น ๆ เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ

หลังจากจบการนำเสนอผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทบทวนแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นของกลุ่มตนเองและของนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน และร่วมกันตัดสินใจหาข้อสรุปที่นักเรียนทุกคนตัดสินใจว่าเป็นทางเลือกที่นำไปใช้แก้ไขปัญหานั้นได้เหมาะสมที่สุดของชั้นเรียน โดยแนวทางที่นักเรียนตัดสินใจเลือกนั้นจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ นำไปสู่การสร้างชิ้นงานเผยแพร่ข้อมูลให้กับคนในสังคมมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก และสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก โดยนักเรียนต้องพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก และทำการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นรวมถึงพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นต่อไป

จากผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ครบทุกทางเลือก แต่เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างเกณฑ์เพื่อนำมาใช้ประเมินแต่ละทางเลือกพบว่า นักเรียนบางกลุ่มยังมีความสับสนเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก ส่งผลให้การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นของนักเรียน เน้นแก้ไขปัญหานั้นเพื่อส่งเสริมด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคลเท่านั้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของครูผู้สอนที่วิทยาลัยที่กล่าวไว้ว่า

“นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการสร้างเกณฑ์ที่นำมาใช้ประเมินทางเลือก
ครูควรอธิบายถึงการสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนก่อนทำ
กิจกรรม”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 14 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงอธิบายเกี่ยวกับการสร้าง
เกณฑ์การประเมินทางเลือกให้กับนักเรียนก่อนทำกิจกรรม โดยเน้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์
การประเมินทางเลือกที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาแล้วส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล
สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกได้ดีขึ้น โดยเกณฑ์
การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นนำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทาง
การแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้
สอดคล้องกับผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากครูผู้สอนชีววิทยากล่าวว่า

“นักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการ
การแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

3.2 การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา และการแบ่งข้อมูล สะท้อนผล รวมถึง
การประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของแต่ละทางเลือก โดยในการตัดสินใจเลือกแนวทาง
การแก้ปัญหานั้น แนวทางการแก้ปัญหานั้นนักเรียนจะต้องแสดงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ
บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ในการตัดสินใจเลือกวิธีการ
แก้ปัญหานั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันก่อนทำการตัดสินใจเลือกแนว
ทางการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง แต่ส่วนใหญ่วิธีแก้ปัญหานั้นนักเรียนเลือกนั้นยังไม่สามารถ
ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับผลการจัดการ
การเรียนรู้จากครูผู้สอนชีววิทยากล่าวว่า

“การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานักเรียนยังไม่แสดงถึงการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครูควรเน้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาคือครอบคลุมทั้งระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1, 14 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงเน้นให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมว่าแนวทางการแก้ไขปัญหานักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกนั้นสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในด้านสุขภาพของบุคคล และด้านเศรษฐกิจในสังคมเท่านั้น และสอดคล้องกับผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากครูผู้สอนชีววิทยาแล้วว่า

“ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังแสดงแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมไม่ชัดเจน ครูอาจใช้บทบาทสมมติหรือการได้วาทีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับประเด็นที่หลากหลายและสามารถสร้างทางเลือกที่คำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น นำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างครอบคลุม”

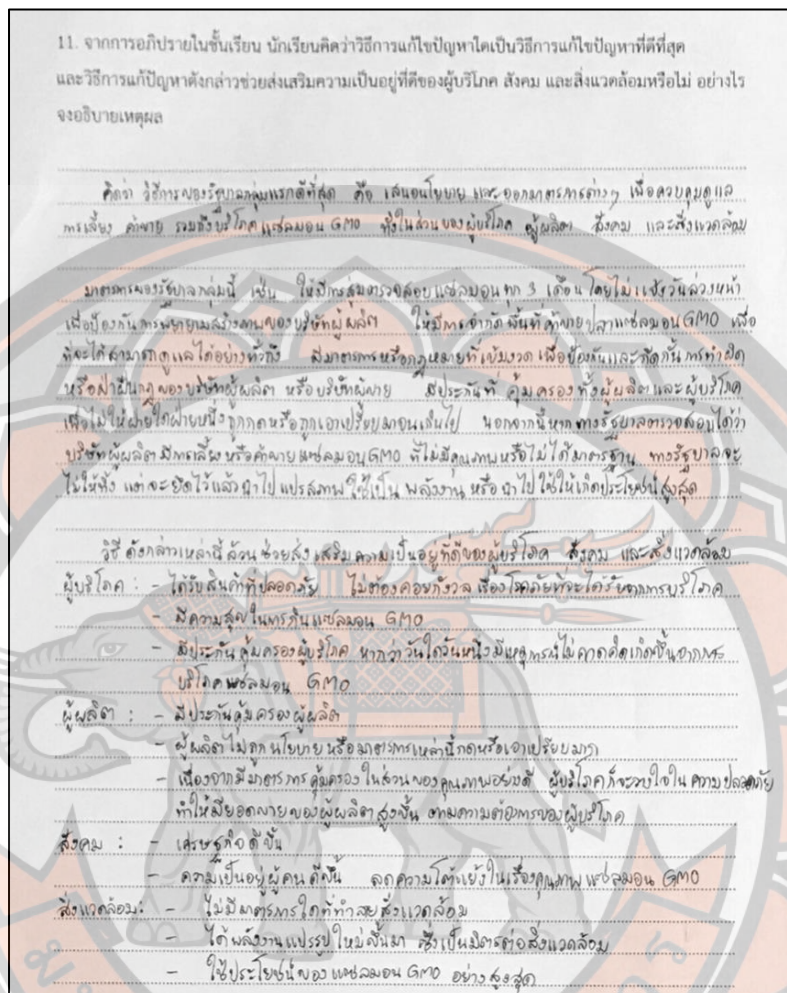
(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2, 28 มกราคม 2562)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงกำหนดบทบาทที่ต่างกันให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์/วิจัย รัฐบาล บริษัทผู้ผลิตสินค้า และผู้บริโภค ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาเรื่อง แชลมอนจีเอ็มโอ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของกลุ่มตนเองที่ได้รับ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาคือส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของกลุ่มตนเอง ดังภาพ 16



ภาพ 16 แสดงการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์ที่ 3

จากภาพ 16 แสดงให้เห็นถึงการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์ที่ 3 ของนักเรียนตามบทบาทสมมติของกลุ่มที่ตนเองได้รับ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์ที่คิดว่าเหมาะสมที่สุดในชั้นเรียนในการนำไปใช้แก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์ ผู้วิจัยพบว่า การกำหนดบทบาทสมมติช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นแนวทางการแก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์จากมุมมองในบริบทที่แตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานองจรปฏิบัติการณ์ที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ระดับ ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงความสามารถในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหานักเรียน โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (G2, วงจรปฏิบัติการที่ 3, ใบบัณฑิตที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

หลังจากนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งปันข้อมูลแนวทางในการแก้ไขปัญหานักเรียนกลุ่มตนเองแล้ว จากนั้นนักเรียนทำการทบทวนการตัดสินใจของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ และทำการร่วมกันตัดสินใจและหาข้อสรุปที่นักเรียนทุกคนตัดสินใจว่าเป็นทางเลือกที่นำไปใช้แก้ปัญหานั้นได้เหมาะสมที่สุดของชั้นเรียนที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่หลากหลายเผยแพร่ข้อมูลให้กับคนในสังคม ดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 3

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในขั้นปฏิบัติการควรมีลักษณะดังนี้

1. ครูควรชี้แจงถึงการสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหาให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่าเกณฑ์ที่นักเรียนจะต้องสร้างเพื่อประเมินแต่ละทางเลือกนั้นควรมีลักษณะเป็นอย่างไร และเน้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ประเมินทางเลือกโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกได้ นำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. การใช้บทบาทสมมติโดยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ ทำให้นักเรียนได้พิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหาในมุมมองของบทบาทที่ตนเองได้รับ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างทางเลือกที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาได้หลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะต้องตัดสินใจเลือกแนวทาง

การแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยนักเรียนมีการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม บนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้อย่างมีเหตุผล

หลังจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยและครูผู้สอนชีววิทยาซึ่งเป็นผู้ร่วมสังเกต ได้ประเมินความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ พบว่า ผู้วิจัยและครูชีววิทยาได้เห็นตรงกันว่า การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นประสบความสำเร็จต่อการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกเพื่อนำมาใช้แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ โดยเลือกทางเลือกที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมสามารถพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดี ซึ่งการตัดสินใจของนักเรียนนั้นยังเกิดจากการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม บนพื้นฐานของคุณธรรมและจริยธรรม”

(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูชีววิทยา แสดงให้เห็นว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรม เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม

ในการสืบค้นข้อมูลและการทำกิจกรรมให้มากขึ้น อาจใช้บทบาทสมมุติในการจัดกิจกรรมเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ดังแสดงในตาราง 10



ตาราง 10 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา
 สำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
 ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
ขั้นแสดงออกความคิด ที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา	นักเรียนยังไม่มี ความกล้าแสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ ครูนำเสนอ เนื่องจากประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยัง ไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลดีและผลเสียที่จะส่งผล กระทบต่อตนเอง สังคม และ สิ่งแวดล้อมได้น้อย	1) ผู้สอนให้นักเรียนแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน และให้นักเรียนแสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว ในชั้นเรียนอย่างอิสระ โดยใช้คำถาม ในการกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดง ความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น 2) ให้นักเรียนผู้เป็นตัวแทนห้องทำ หน้าที่ในการบันทึกความคิดเห็น เกี่ยวกับประเด็นปัญหาของเพื่อนใน ชั้นเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเพิ่มขึ้น	ประเด็นปัญหาในสังคมที่เป็นเรื่อง ใกล้ตัวสำหรับนักเรียน สามารถพบได้ ในชีวิตประจำวัน และมีคำศัพท์ เกี่ยวกับเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ที่ นักเรียนมีความคุ้นเคยจากบทเรียน อยู่แล้ว และให้เวลานักเรียนเพิ่มขึ้นใน การศึกษาประเด็นปัญหา ซึ่งทำ ให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้ อย่างหลากหลายเพิ่มมากขึ้น	1. การใช้คลิปปิวดิโอข่าวเพื่อ กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดย ให้นักเรียน โดยใช้สถานการณ์ข่าว หรือประเด็นซึ่งเป็นประเด็นที่ส่งผล กระทบในหลากหลายมิติ ทั้งด้าน ความเป็นอยู่และสุขภาพของบุคคล ด้านสังคมรวมถึงเศรษฐกิจ และด้าน สิ่งแวดล้อม และเป็นประเด็นที่ยังไม่ มีแนวทางแก้ไขปัญหที่ชัดเจน และ เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริง ใน ชีวิตประจำวันของนักเรียน จะช่วย ให้นักเรียนมีมุมมอง

ตาราง 10 (ต่อ)

<p>ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>
	<p>4</p>	<p>เกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจาก ประเด็นดังกล่าว นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงกิจกรรมในห้องเรียนกับ สังคมในปัจจุบัน และสามารถดึงดูด ความสนใจของนักเรียนในเนื้อหา นั้นๆ ได้</p> <p>2. การใช้คำถามกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นของ ตนเอง ควรใช้คำถามที่สามารถ กระตุ้นให้นักเรียนให้นักเรียนแสดง ความคิดเห็นของตนเองกับประเด็น ที่ครูนำเสนออย่างเปิดกว้าง โดยเน้น ย้ำกับนักเรียนเสมอว่านักเรียน สามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหาได้</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	1	2	3
	วงจรถับปฏิบัติการณ์ที่		
		<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม อย่างอิสระไม่มีถูกผิด และให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ประเด็นดังกล่าวในชั้นเรียนอย่าง อิสระ</p> <p>3. ในการจัดการเรียนรู้ควรเน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมี ส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้น เรียนให้มากขึ้น โดยเปลี่ยนจากครูที่ ทำหน้าที่จัดความคิดเห็นนักเรียน บนกระดานให้นักเรียนผู้เป็นตัวแทน ชั้นเรียนเป็นผู้จัดบันทึก จะช่วยให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น</p>	

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
ขั้นเรียนรู้ความคิด	<p>1) นักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วน ได้ส่วนเสียเกี่ยวกับประเด็นปัญหาได้ ดี</p> <p>2) นักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นข้อมูล จากในหนังสือเรียนและใบความรู้ที่ครู แจกให้เท่านั้น ทำให้ข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้นข้อมูลของนักเรียนมาจาก แหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลาย และ ไม่ได้ฝึกการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ส่งผลต่อการนำข้อมูลที่ได้จากการ สืบค้นไปใช้สร้างทางเลือกในการ แก้ไขปัญหาได้ไม่ครอบคลุมถึงความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>	<p>1) ครูลดจำนวนและเนื้อหาในใบ ความรู้ และเน้นให้นักเรียนเป็น ผู้สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย ตนเอง ส่งผลให้นักเรียนได้ข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพิ่มมากขึ้น และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนจะต้อง ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลว่าข้อมูลที่ได้จากการ สืบค้นด้วยตนเอง</p> <p>2) นักเรียนบางกลุ่มมีสมาชิกใน กลุ่มนำงานอื่นมาทำในขณะที่ครูให้ สืบค้นข้อมูลส่งผลให้นักเรียนทำ ใบกิจกรรมเสร็จล่าช้ากว่าเวลาที่ครู กำหนด</p>	<p>ครูชี้แจงกับนักเรียนถึงการแบ่ง หน้าที่การทำงานกันภายในกลุ่มให้ ชัดเจน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มมี ส่วนร่วมในการทำงาน เน้นย้ำกับ นักเรียนเพิ่มเติมในการสร้างทางเลือก แต่ละทางเลือกที่นำไปใช้แก้ไขปัญหา นั้นต้องเป็นทางเลือกที่สามารถแก้ไข ปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อมได้ทำให้นักเรียนสามารถ ทำใบกิจกรรมเสร็จได้ทันตามเวลาที่ กำหนด และสร้างทางเลือกในการ นำไปใช้แก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น</p>	<p>1) การระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย จากประเด็นปัญหาทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควร เชื่อมโยงสถานการณ์ข่าวหรือ ประเด็นปัญหาที่นำเสนอในชั้นเรียน เข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน และกระตุ้นนักเรียน โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดถึงผู้ ที่มีส่วนได้ส่วนเสียนอกเหนือจากใน สถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ จะ ช่วยส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุ ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้ครอบคลุมมากขึ้น</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

<p>ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>
	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>2) การจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ สำหรับการสืบค้นความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และข้อมูลเกี่ยวกับ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ควรจัดให้นักเรียน อย่างเหมาะสมไม่มากเกินไป และ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นและเก็บ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเองมากขึ้น โดยผู้วิจัยทำ หน้าที่คอยแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวก ในการสืบค้นของ นักเรียน</p> <p>นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับ นักเรียนถึงความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลที่นักเรียน</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

<p>ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>
	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>ทำการสืบค้น และให้นักเรียนเขียน ที่มาของแหล่งข้อมูลด้วยทุกครั้ง</p> <p>3) พฤติกรรมการมีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรมของนักเรียน ควร ชี้แจงกับนักเรียนถึงการแบ่งหน้าที่ การทำงานกันภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วน ร่วมในการทำงาน ช่วยกันสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งคอย กระตุ้นการทำงานของนักเรียน คอย แจ้งเตือนเวลาในการทำกิจกรรม ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำใบ กิจกรรมเสร็จทันตามเวลา</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

<p>ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่กำหนด</p>
	<p>4) การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็น แนวทางในการแก้ไขประเด็นปัญหา ที่ครูนำเสนอ ควรกระตุ้นให้นักเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายใน กลุ่ม ให้นักเรียนช่วยกันสร้าง ทางเลือกในการแก้ไขปัญหามาจาก สถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ และ เน้นย้ำกับนักเรียนเพิ่มเติมในการ สร้างทางเลือกแต่ละทางเลือกที่ นำไปใช้แก้ไขปัญหานั้นต้องเป็น ทางเลือกที่สามารถแก้ไขปัญหานั้น ที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีใน ระดับบุคคล สังคม</p>	

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมได้
	1	2	3	
ขั้นปฏิบัติการ	<p>นักเรียนสามารถพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ดี แต่ นักเรียนไม่สามารถสร้างเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทางเลือกได้ ส่งผลให้การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของนักเรียนยังไม่ครอบคลุมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>	<p>1) ครูอธิบายการสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกให้นักเรียนเข้าใจก่อนทำกิจกรรม</p> <p>2) ให้นักเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกนั้นสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร พบว่านักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่ม</p>		

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
		ที่ระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ ส่งเสริมความเป็นอยู่ในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมไม่ ชัดเจน	กำหนดบทบาทที่ต่างกันให้กับ นักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียน แต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้น เก็บ รวบรวมข้อมูล และร่วมกันตัดสินใจ เลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของ กลุ่มตามบทบาทที่กลุ่มตนเอง ได้รับ พบว่า นักเรียนสามารถ ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไข ปัญหาที่สามารถส่งเสริมความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น	1) ครูควรชี้แจงถึงการสร้าง เกณฑ์การประเมินทางเลือกที่จะ นำไปใช้แก้ไขปัญหาให้นักเรียน เข้าใจก่อนทำกิจกรรม และเน้นให้ นักเรียนสร้างเกณฑ์ประเมิน ทางเลือกโดยคำนึงถึงความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมิน ทางเลือกได้ นำไปสู่การตัดสินใจ เลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม

ตาราง 10 (ต่อ)

<p>ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>
	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	<p>2) การกำหนดบทบาทสมมติช่วย ให้นักเรียนสามารถเห็นแนวทางการ แก้ไขปัญหาจากมุมมองในบริบทที่ แตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนว ทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถ ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ อย่างครอบคลุม</p>

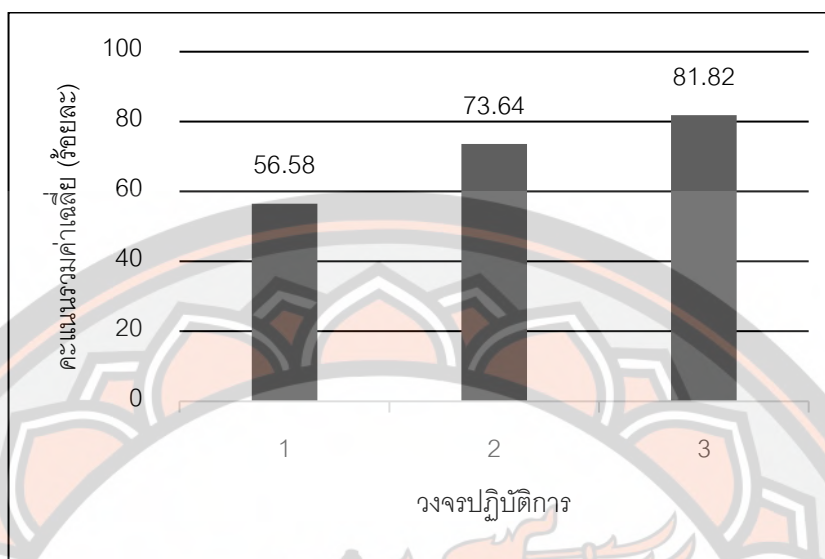
ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมระหว่าง 3 วงจรปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังเรียนจบ 3 วงจรปฏิบัติการของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยเป็น 3 ตอน โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการส่งเสริมระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

ผลจากการวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นหลักฐานที่แสดงถึงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยจัดกลุ่มระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008) โดยแสดงภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังภาพที่ 19



ภาพ 19 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของแต่ละวงจร

จากภาพ 19 พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มต่อเนื่องจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากการให้คะแนนจากใบกิจกรรม โดยนักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 56.58, 73.64 และ 81.82 ที่มากขึ้นตามลำดับ

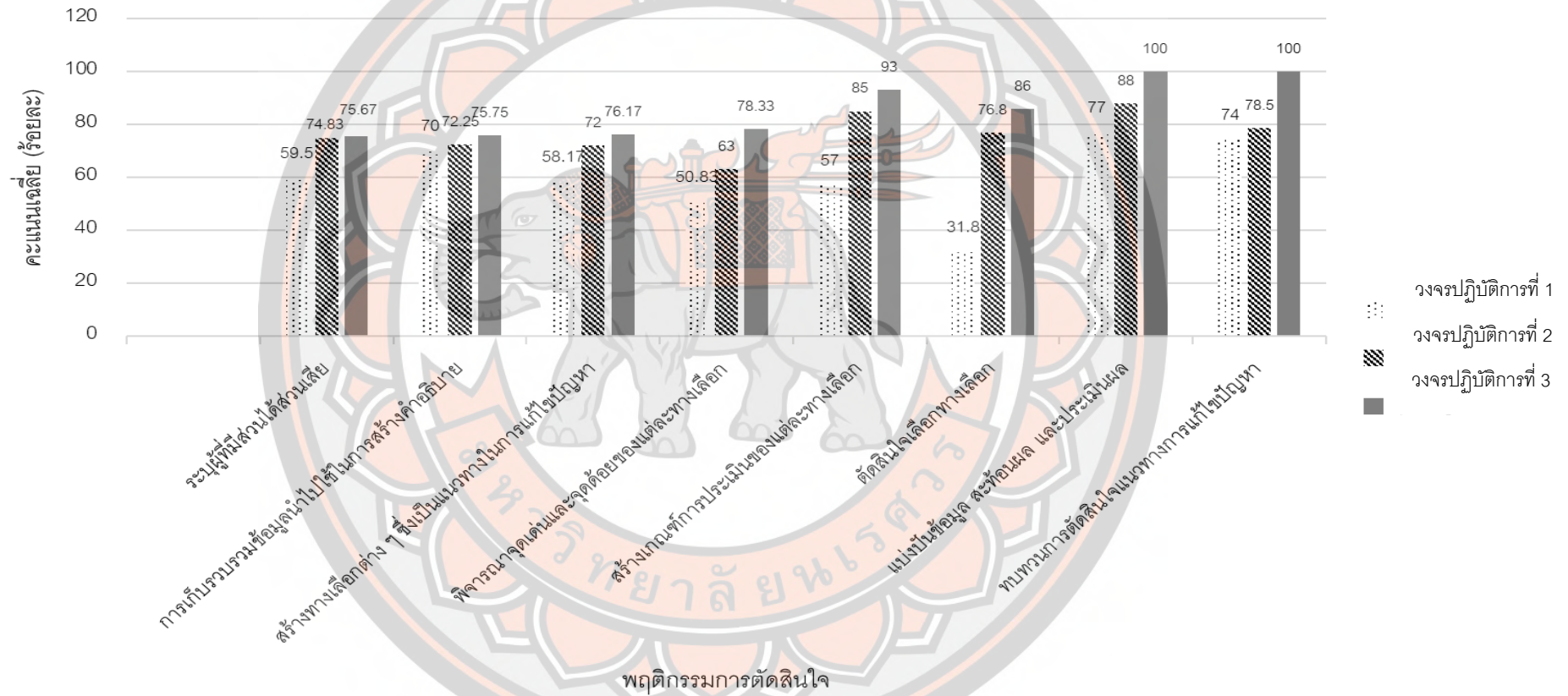
ผู้วิจัยได้นำค่าร้อยละมาจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัด
การเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อ
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

วงจรปฏิบัติการที่	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ	ระดับความสามารถในการ ตัดสินใจในประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์
1	18.67	56.58	ระดับปรับปรุง
2	24.3	73.64	ระดับดี
3	27	81.82	ระดับดีมาก

ผลการวิจัย ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยแสดงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
ของแต่ละพฤติกรรมการตัดสินใจของนักเรียน ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร
ปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร ดังภาพ 20

ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ



ภาพ 20 แสดงความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร

จากภาพ 20 การพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้วิเคราะห์จากใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการตัดสินใจของนักเรียน ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร พบว่า พฤติกรรมที่มีคะแนนมากที่สุดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหา วงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ สร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก และวงจรปฏิบัติการที่ 3 คือ แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหา ส่วนพฤติกรรมที่มีคะแนนน้อยที่สุดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ การตัดสินใจเลือกทางเลือก วงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก วงจรปฏิบัติการที่ 3 คือ ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนอธิบายถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครบทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ พบว่านักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 59.5 โดยนักเรียนระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมไม่ครบถ้วน นักเรียนระบุถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในระดับสังคม และสิ่งแวดล้อมเท่านั้น ซึ่งนักเรียนยังขาดการระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับบุคคล และแสดงดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังภาพ 21

3. นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กร ไต่บ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

.....

ภาพ 21 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงการระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในระดับสังคม และสิ่งแวดล้อม (G2, วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 14 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 74.83 และ 75.67 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ ดังภาพ 22

3. นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กร ไหนบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

- ปรึกษากิจการและงาษาษาษาษาษาษาษาษาษา (CFIA) / อย.เกษตร
- อย.การอาหารและยาสหรัฐอเมริกา (USFDA)
- บริษัทเทคโนโลยีชีวภาพ "อิตาพาล ดี เทคโนโลยี" / ไบโอส ไซเทค CEO
- ภาาษาษาษาษาษาษาษาษาษา (GMO Vigilance)

ภาพ 22 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงการระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (G2, วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนระบุถึงข้อมูล และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง และใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และใช้ข้อมูลที่สืบค้นมาสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจะต้องเป็นข้อมูลที่ครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์) ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งหมด 4 ด้าน พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ พบว่านักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูล และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องจากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 70 โดยนักเรียนสามารถสืบค้นหาข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้อง

สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับด้านสุขภาพในระดับบุคคล ดังภาพ 23

4. จากปัญหาที่ได้รับมาข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- การตัดต่อพันธุกรรม	- การเปลี่ยนแปลงจากกรดดีเอ็นเอ - พันธุกรรม	- หนังสือชีววิทยา - เว็บไซต์เกี่ยวกับพันธุกรรม
- กลไกตลาด	- เมื่อสหกรณ์เกษตรกรไทย ก้าวหน้ากว่าในปริมาณมาก วัตถุประสงค์ไว้จำหน่าย	- เว็บไซต์ความรู้
- กฎหมายเกี่ยวกับพันธุกรรม	- EU ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ GMOs	- EU policy on GMOs
- วิธีการเพาะ/คัดเลือกสายพันธุ์	- เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน	
- Identification of genetically modified soybean seeds resistant to glyphosate	- เพื่อใช้ในการเพาะปลูกพืชต้านทานของสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเสต	- Research Identification of genetically modified soybean seeds resistant to glyphosate
- การรณรงค์ GMOs ในอาหาร 18. อาหารสัตว์จำนวนมากจะมีผลกระทบต่อสุขภาพ	- ตรวจหาในสัตว์ให้ถึงความแน่นอน ได้- ความกังวลของตลาดของสัตว์ GMOs	- Research Detection and Quantification of Genetically Modified Soybean in Some Food and Feed Products. (A case study on products available on Romanian Market)

ภาพ 23 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในด้านพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม (G1, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 14 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 72.25 และ 75.75 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และใช้ข้อมูลที่สืบค้นมาสร้างทางเลือกต่างๆ ซึ่งนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน ทั้งความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องทั้งในระดับบุคคล ระดับสังคม และระดับสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 24

4. จากปัญหาที่ได้รับมาข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- เศรษฐกิจ	ป้องกันควาเสียหายที่เกิดจากมลพิษผลผลิตของสินค้า GMO	โทรทัศน์
- กฎหมาย	เมื่อไรควาจำเป็นของตัวผู้บริโภค ผู้ประกอบการ	เดลินิวส์
- สื่อโซเชียลมีเดีย	วิภาษสังคมทวีสรรพชาติใหม่ในเกิดการกลางนั้น	BBC
- หนังสือนิตยสาร	จัดถ่ายสารนั้นๆ พิษนั้นๆ เพื่อความก้าวหน้า	สถาบันวิจัยศาสตร์แห่งชาติ

ภาพ 24 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงข้อมูลและความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในด้าน พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีดีเอ็นเอ ด้านบุคคล ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 4 ด้าน (G2, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้สร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะต้องสร้างทางเลือกจากการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ พบว่านักเรียนสามารถสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 58.17 โดยนักเรียนระบุทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนระบุถึงแนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหามาเพียงระดับใดระดับหนึ่ง หรือ 2 ระดับจากทั้งหมด 3 ระดับ ดังตัวอย่าง

คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการระบุแนวทางจะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในระดับบุคคล และสังคม ซึ่งยังขาดแนวทางการแก้ไขปัญหาในระดับสิ่งแวดล้อม แสดงหลักฐานดังภาพ 25

5. นักเรียนจะมีแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากข้อที่ 4 มาแก้ปัญหาอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนแนวทางที่เป็นไปได้มา 3 ข้อ)

1. นวัตกรรมที่ปรึกษา
2. ปล่อยปละ
3. ให้งานแก่คน

ภาพ 25 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ระบุแนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในระดับบุคคล และสิ่งแวดล้อม (G2, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 72 และ 76.17 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนระบุทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วน แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน โดยแนวทางที่นักเรียนนำไปใช้แก้ไขปัญหาสาลมอนจีเอ็มโอ มีดังนี้

“ 1. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแซลมอนจีเอ็มโอกับประชาชนทุกคนในสังคม ทำให้ประชาชนหรือผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแซลมอนจีเอ็มโอมากขึ้น และมีความเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับแซลมอนจีเอ็มโอได้มากยิ่งขึ้น

2. ให้บริษัทที่ทำการค้าแซลมอนจีเอ็มโอมีมาตรการควบคุมการเพาะเลี้ยงแซลมอนจีเอ็มโอที่รัดกุม เพื่อไม่ให้เกิดการหลุดรอด หรือแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ

3. ให้มีการออกกฎหมายคุ้มครองผู้บริโภคซึ่งจะช่วยเป็นหลักประกันความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมไปถึงกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทที่ทำฟาร์มแซลมอน โดยบริษัทจะต้องมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับแซลมอนที่ครบถ้วน และข้อมูลมีความถูกต้องชัดเจนไม่หลอกลวงผู้บริโภค”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 4 กุมภาพันธ์ 2562)

พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนระบุถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อย รวมถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่สร้างขึ้นในการนำมาใช้แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นักเรียนสามารถเขียนระบุถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 50.83 โดยนักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือกและระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ แต่นักเรียนระบุถึงจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาเพียงระดับใดระดับหนึ่ง หรือ 2 ระดับจากทั้งหมด 3 ระดับ ของระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการระบุถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในระดับบุคคล และสังคม ซึ่งยังขาดแนวทางการแก้ไขปัญหาในระดับสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางที่นักเรียนนำไปใช้แก้ไขปัญหากลั่วเหลืองจีเอ็มโอ รวมถึงระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละแนวทางเลือก มีดังนี้

“ 1. หลีกเลี่ยงการบริโภคพืชจีเอ็มโอ

- จุดเด่น: ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เป็นผลมาจากการบริโภคถั่วเหลืองจีเอ็มโอ
- จุดด้อย: ส่งผลให้ผู้บริโภคเลือกทานพืชชนิดอื่น ส่งผลให้พืชชนิดอื่น ๆ ไม่เพียงพอต่อความต้องการ

2. ใช้การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยใช้วิธีอื่นที่ไม่ใช่วิธีพันธุวิศวกรรม

- จุดเด่น: ได้พืชที่ไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตราย ผู้บริโภคหันมาบริโภคถั่วเหลืองมากขึ้น ส่งผลให้มีอาหารที่หลากหลายและเพียงพอต่อผู้บริโภค
- จุดด้อย: วิธีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยใช้วิธีการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พันธุวิศวกรรมอาจใช้ต้นทุนในการผลิตที่สูงกว่าเดิม และได้ผลผลิตที่ไม่แน่นอน

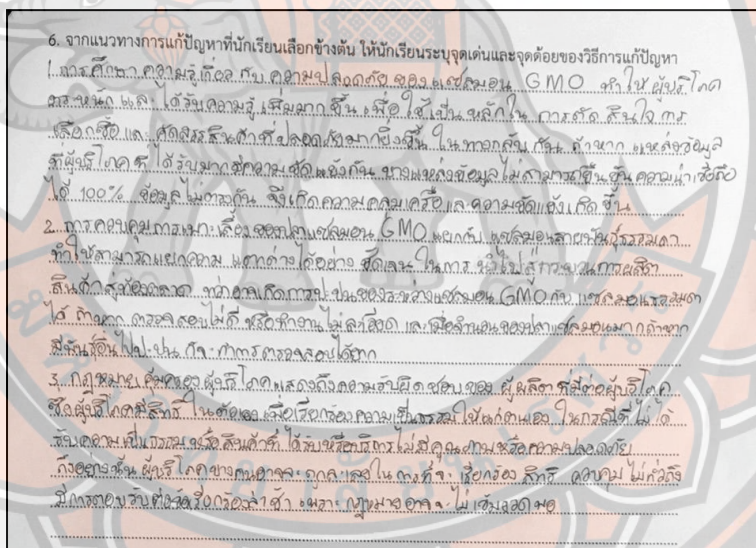
3. ลดการใช้สารเคมีในการทำลายวัชพืชและให้ใช้วิธีอื่นแทนการใช้สารเคมี

- จุดเด่น: ได้ถั่วเหลืองที่ไม่มีสารไกลโฟเสตตกค้าง

- จุดด้อย: เมื่อให้มีการลดการใช้สารไกลโฟเสทอาจส่งผลทำให้ได้ผลผลิตของข้าวเหลืองที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และอาจจะมีสารเคมีอื่นเจือปนและตกค้างอยู่ในข้าวเหลือง”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ข้าวเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 63 และ 78.33 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือก ระบุจุดเด่นและจุดด้อย และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ระดับ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังภาพ 26



ภาพ 26 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ (G4, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอน จีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนระบุถึงเกณฑ์ที่นักเรียนตัดสินใจนำไปใช้เลือกทางเลือกที่นำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนักเรียนจะต้องสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือก

ทางเลือกมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์ประเมินทางเลือกในแต่ละทางเลือก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 57 โดยนักเรียนสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกในแต่ละทางเลือกได้ แต่ยังไม่ชัดเจนและสมเหตุสมผล และเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถช่วยส่งเสริมความเป็นอยู่ด้านสุขภาพของบุคคลซึ่งอยู่ในระดับบุคคลเพียงเท่านั้น ยังขาดส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับสังคม และสิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“จากการเลือกวิธีการศึกษาผลกระทบของถั่วเหลืองจีเอ็มโอให้ครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน เกณฑ์ที่นำมาใช้ในการประเมินทางเลือกคือ ความปลอดภัยของผู้บริโภค เหตุผลเนื่องจาก เมื่อเลือกใช้วิธีดังกล่าวในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาลแล้วผู้บริโภคจะเป็นผู้ที่ได้รับประโยชน์สูงสุด เนื่องจากผู้บริโภคนั้นได้รับผลกระทบโดยตรงจากถั่วเหลืองจีเอ็มโอจากการบริโภคถั่วเหลืองจีเอ็มโอ และมีโอกาสได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายโดยตรง”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85 และ 93 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ มีความสมเหตุสมผล และเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความครอบคลุมในการนำไปใช้แก้ไขปัญหทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน โดยเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างเพื่อนำมาใช้ในการประเมินทางเลือกของแต่ละทางเลือก มีดังนี้

“ทางเลือกที่นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหแซลมอนจีเอ็มโอจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดความเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งจะต้องคำนึงถึงผู้บริโภคในเรื่องความปลอดภัยของสุขภาพ และความน่าเชื่อถือของข้อมูลเกี่ยวกับแซลมอนจีเอ็มโอที่จะนำไปให้ความรู้กับผู้บริโภคนั้นจะต้องมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

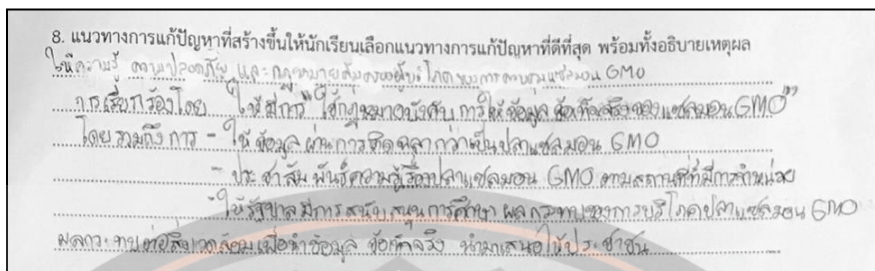
ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนทางเลือกที่นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ไข ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาทางเลือกแต่ละทางเลือก จุดเด่น และจุดด้อยของแต่ละทางเลือก และทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้ แก้ไขปัญหาโดยมีการใช้เกณฑ์พิจารณาที่มีความสมเหตุสมผล และต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการนำมาใช้ แก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 31.8 โดยนักเรียนตัดสินใจเลือก ทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ไขปัญหา มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่นักเรียนนำมาใช้ ในการตัดสินใจ แต่ทางเลือกของนักเรียนมีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี เพียงระดับบุคคล และสังคมเท่านั้น ซึ่งยังขาดการตัดสินใจที่ส่งเสริมการมีสิ่งแวดล้อมที่ดี ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ตัดสินใจเลือกใช้การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองโดยใช้วิธีอื่นที่ไม่ใช่วิธีพันธุวิศวกรรม เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด เนื่องจาก การเลือกใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองที่ไม่ใช่วิธีการดัดแปลงพันธุกรรม จะส่งผลให้ไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค และสามารถส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศได้”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.8 และ 86 ที่มากขึ้น ตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ไขปัญหา โดยมีการใช้เกณฑ์พิจารณาที่มีความสมเหตุสมผล และต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยในวงจรมีนักเรียนได้แสดงถึงการตัดสินใจที่มีความสอดคล้องกับ การส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังภาพ 27



ภาพ 27 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าจะดีที่สุดในการนำมาใช้ แก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ (G4, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แชนลอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหามาของทางเลือก อื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

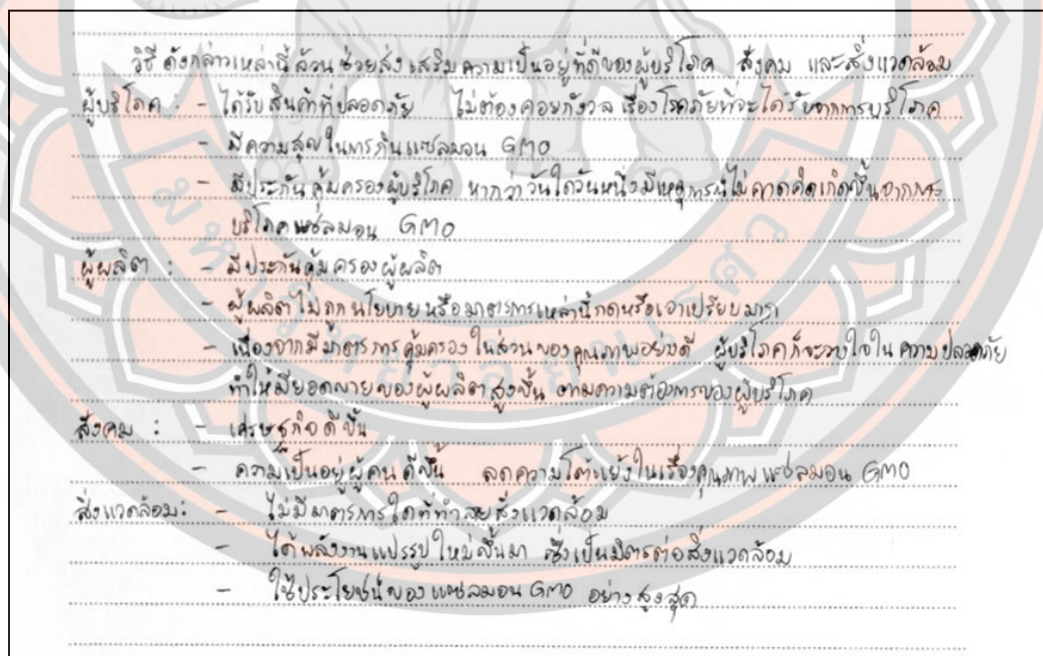
จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้นำเสนอ และแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับแนวทาง ที่นักเรียนตัดสินใจเลือกมาใช้แก้ไขปัญห โดยนักเรียนจะต้องแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางที่ทำการตัดสินใจเลือกมาใช้แก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงมีการสะท้อนผล และ ประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหามาของตนเองกับแนวทางการแก้ไขปัญหามาอื่น ๆ ว่ามีจุดเด่นและ จุดด้อยแตกต่างกันอย่างไร รวมถึงคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นักเรียนสามารถแบ่งปัน ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางที่นักเรียนตัดสินใจเลือกมาใช้แก้ไขปัญหามา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77 โดยนักเรียนมีการแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหามาของกลุ่มตนเองว่าสามารถส่งเสริม ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร แต่ยังคงมีความสอดคล้องกับ การส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพียงระดับใดระดับหนึ่ง หรือ 2 ระดับจากทั้งหมด 3 ระดับเท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงการแบ่งปันข้อมูล ถึงวิธีการแก้ไขปัญหามาที่มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล และสิ่งแวดล้อมเพียง 2 ระดับ ซึ่งยังขาดการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล ดังนี้

“การศึกษาค้นคว้าของถั่วเหลืองจีเอ็มโออย่างครอบคลุม และให้มีการเผยแพร่ ข้อมูลกับประชาชนนั้นสามารถส่งเสริมให้ผู้บริโภคได้รับความรู้ที่ถูกต้อง และมีสุขภาพ

ที่ดีขึ้น ประชาชนในสังคมมีความรู้มากขึ้น และมีสุขภาพที่ดีขึ้น รวมถึงสามารถผลิต
ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจร
ปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แชลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88 และ 100 ที่มากขึ้น
ตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหาของกลุ่มตนเองว่าสามารถ
ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร สามารถประเมินและ
สะท้อนผลของทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างครอบคลุม โดยคำนึงถึงการส่งเสริม
ความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดง
ถึงการแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหามีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี
ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ ดังภาพ 28



ภาพ 28 แสดงหลักฐานชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3
ที่แสดงการแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหามีความ
สอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล
สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ (G5, ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง แชลมอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ทบทวนการตัดสินใจแนวทางการแก้ไขปัญห พร้อมให้เหตุผล

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้ทบทวนการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ใช้ในการแก้ไขปัญห โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญห ทบทวนแนวทางที่ตัดสินใจเลือกนำไปใช้แก้ปัญหจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าควรมีการปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหหรือไม่ พร้อมกับการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลหลังจากการทบทวนการตัดสินใจ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นักเรียนสามารถทบทวนการตัดสินใจแนวทางการแก้ไขปัญห พร้อมให้เหตุผล โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74 โดยนักเรียนมีการทบทวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญห และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลได้เพียงบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“แนวทางที่ตัดสินใจเลือกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาคือ หาสารที่มาช่วยยับยั้งสารไกลโฟเสทในถั่วเหลืองจีเอ็มโอ และวิธีนี้ควรมีการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจาก เป็นวิธีที่ยังไม่ได้รับการยืนยันว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งยังไม่สามารถทราบผลกระทบหรือผลกระทดลองได้ และคิดว่าวิธีที่เหมาะสมคือ การใช้กฎหมายในการควบคุมการใช้สารไกลโฟเสท ซึ่งวิธีนี้เป็นที่ยอมรับของประชาชนและบริษัทผู้ผลิตถั่วเหลืองจีเอ็มโอ”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ, 21 มกราคม 2562)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง แซลมอนจีเอ็มโอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.5 และ 100 ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญห ทบทวนแนวทางที่ตัดสินใจเลือกนำไปใช้แก้ปัญหจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าควรมีการปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหหรือไม่ พร้อมกับการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลหลังจากการทบทวนการตัดสินใจ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“แนวทางในการนำไปใช้แก้ปัญหที่ดีที่สุดคือ การให้ความรู้กับประชาชนและใช้กฎหมายคุ้มครองผู้บริโภคมาใช้ควบคุมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แซลมอนจีเอ็มโอ และวิธีดังกล่าวอาจต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเนื่องจากการให้ความรู้กับประชาชนทั่วไปอาจยังไม่สามารถทำได้ทั่วถึงมากพอกับประชาชนในสังคมที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการปรับปรุงแก้ไขคืออาจให้มีการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับแซลมอนจีเอ็มโอได้ง่ายมากขึ้น อาจใช้ฉลากจีเอ็มโอเพื่อบ่งบอกสินค้ากับผู้บริโภค และให้มีการใช้ QR Code ในการให้

ข้อมูลสินค้าบ่งบอกข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แชลมอนจีเอ็มโอ และมีการรับรองคุณภาพ
สินค้าจากทางภาครัฐและองค์กรต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง”

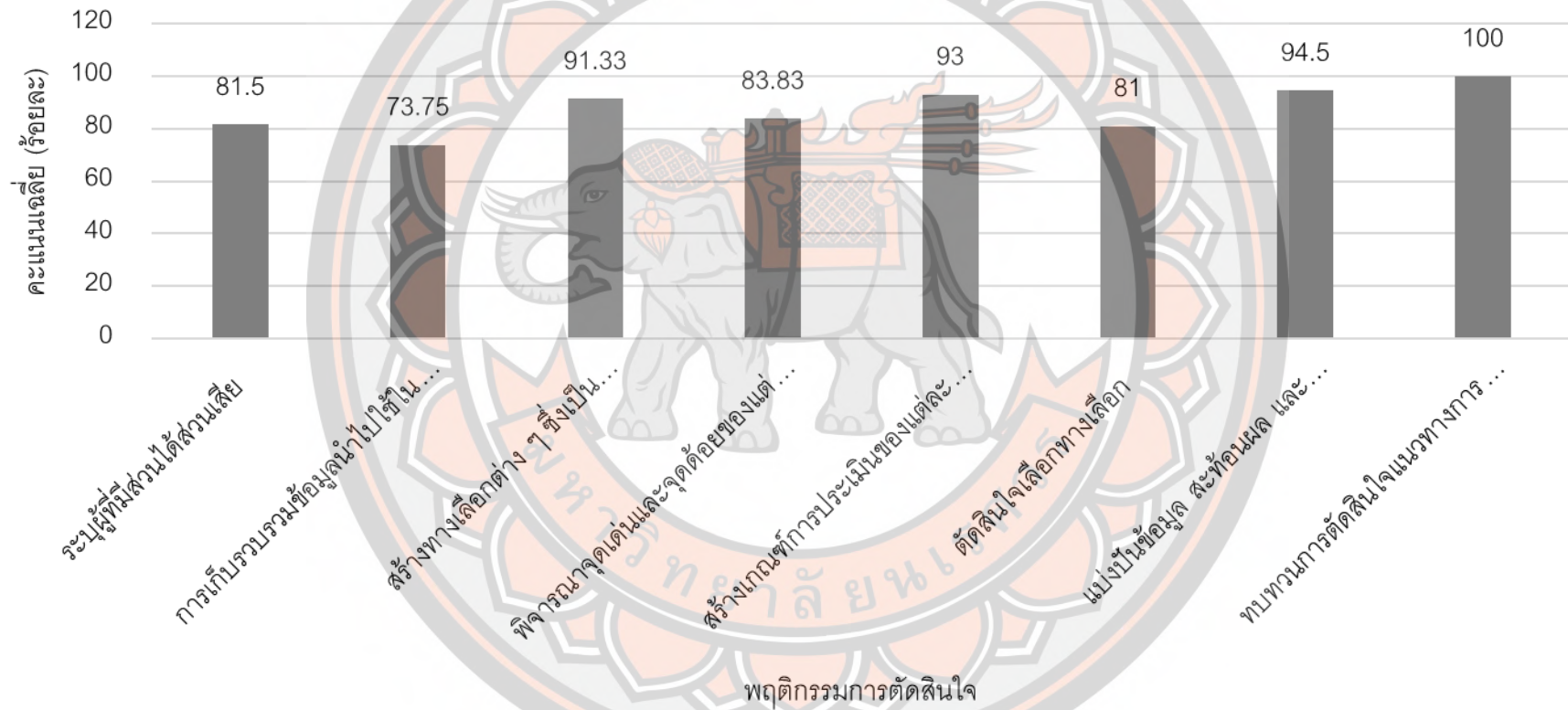
(G4, ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แชลมอนจีเอ็มโอ, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

2. ผลการส่งเสริมระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังการจัดการ เรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดี ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลจากการวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์
โดยจัดกลุ่มระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ออกเป็น 4 ระดับ ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science
(2008) โดยแสดงผลการวิจัย ดังนี้

ผลการวิจัยการส่งเสริมระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังการจัดการเรียนรู้ตาม
กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
เมื่อพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยของระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถ
ในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์และ
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในระดับปรับปรุงปานกลาง (ร้อยละ 16.22) ระดับดี (ร้อยละ 16.22) และ
ระดับดีมาก (ร้อยละ 67.56) โดยแสดงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของแต่ละพฤติกรรมการตัดสินใจ
ของนักเรียน ในภาพรวมหลังจากการจัดการเรียนรู้ ดังภาพ 29

ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ



ภาพ 29 แสดงความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในภาพรวมภายหลังจากการจัดการเรียนรู้

จากภาพ 30 ผู้วิจัยขอเสนอการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาแยกตามพฤติกรรมของหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.5 โดยนักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้ครบถ้วนทั้ง 3 ระดับ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และแสดงหลักฐานดังภาพ 30

3. นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กร ไตบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

นักวิจัยศาสตร์ทั่วโลก ทำการศึกษา - ไม่ได้ศึกษา มีช 670s เพราะส่งผลกระทบต่อคนอื่น

เช่น สื่อแฉล่อม - สื่อโซเชียล, การแพทย์ เป็นต้น

รัฐบาล - รัฐบาลต้องเข้ามาตรวจสอบดูแล การวิจัย - วิจัยให้ ได้มาทำงาน - คำนึงถึงคนวิจัย

นักข่าว - สื่อมวลชนในการนำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ มีช 670s ที่เรย์กวี มีใบ BT 9 นี้ทุกคน

นักทอ ในกาของสังคม - รับข่าวสารที่ผ่านไป

ปภชชนทุกคน - เพื่อขั่นกา ักงข้อมูล ที่ส่งทางนำมาซึ่ง สูงภาพ - ความปลอดภัย ร่วมทั้ง

คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของเรา

ภาพ 30 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียน S12 ซึ่งระบุถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ

เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และใช้ข้อมูลที่สืบค้นมาสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้านทั้งความรู้

ทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังภาพ 31

4. จากปัญหาที่ได้รับมาข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล
1) การจัดการสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาเป็น BT ๓ ขีดจนมีข้อเสนอแนะที่ชัดเจนในเรื่องสิ่งแวดล้อมและต้องไม่ละเลยที่จะจัดการกับพื้นที่ในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ BT ๓	สิ่งที่จะต้องใช้คือใช้ข้อมูลที่ได้ใช้แล้วมาวิเคราะห์และใช้ข้อมูลที่ได้ใช้แล้วมาวิเคราะห์และใช้ข้อมูลที่ได้ใช้แล้วมาวิเคราะห์
2) ใช้ข้อมูลจากทุกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและใช้วิธีใดในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาการจัดการสิ่งแวดล้อมในแง่ของสิ่งแวดล้อม การใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อม	สิ่งที่ขาดคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อม
3) การร่วมมือกันระหว่างองค์กรที่เกี่ยวข้อง รวมถึงองค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง, องค์กรที่เกี่ยวข้อง	องค์กรที่เกี่ยวข้องขององค์กรที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง
4) การตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม	ผลกระทบที่จะเกิดแก่สิ่งแวดล้อมและสังคมที่เกี่ยวข้อง

ภาพ 31 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียน S25 ซึ่งระบุข้อมูลและความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 4 ด้าน

สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 91.33 โดยนักเรียนระบุทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการสร้างทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นมีการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ โดยแนวทางที่นักเรียนจะนำไปใช้แก้ไขปัญหาฝ่ายปีที่ มีดังนี้

“1. สนับสนุนให้มีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของสารพิษกำจัดศัตรูพืชที่สังเคราะห์จากแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis* : Bt) โดยนักวิทยาศาสตร์

2. ให้ความรู้ต่อเกษตรกรหรือภาคอุตสาหกรรม และให้หยุดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชั่วคราวเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ และการดูแลที่ดี พร้อมทั้งให้มีการเฝ้าระวังการกลับไปใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอีกอย่างเข้มงวด

3. ศึกษาปัจจัยเสริมทางด้านสภาพแวดล้อมที่ทำการเพาะปลูก”

พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.83 โดยนักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือก ระบุจุดเด่นและจุดด้อย และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วน แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกได้ครบถ้วน โดยแต่ละทางเลือกที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหามีการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 32

6. จากแนวทางการแก้ปัญหานักเรียนเลือกข้างต้น ให้นักเรียนระบุจุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการแก้ปัญหา

1. สหกรณ์ผลิตปุ๋ยชีวภาพจากพืชตระกูลถั่ว (Bt) คือเชื้อรา

ชื่อดี - ใช้สารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชื่อเสีย - ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชื่อดี - ใช้สารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชื่อเสีย - ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

2. ศึกษาถึงพื้นที่เพาะปลูก

ชื่อดี - ศึกษาถึงพื้นที่เพาะปลูกที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ชื่อเสีย - ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ภาพ 32 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียน S17 ที่ระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ

สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93 โดยนักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ มีความสมเหตุสมผล และเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความครอบคลุมในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือกที่มีความครอบคลุมในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ โดยเกณฑ์ที่นักเรียนใช้ประเมินของแต่ละวิธีการแก้ไขปัญหา มีดังนี้

- “1. สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้จริง และสามารถแก้ไขปัญหาได้ในระยะยาว มีความยั่งยืน
2. ข้อมูลมีความถูกต้องชัดเจน
3. มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สามารถลดข้อโต้แย้งที่เป็นประเด็นในสังคม ไม่ส่งผลต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม”

ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81 โดยนักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ไขปัญหาโดยมีการใช้เกณฑ์พิจารณาที่มีความสมเหตุสมผล และต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครบคลุมทั้ง 3 ระดับ แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมกับให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล รวมทั้งคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ ดังภาพ 33

8. แนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล
 การวิจัยคือจะวิจัยองค์การด้านสุขภาพ ด้านวิเทศสัมพันธ์ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสิ่งแวดล้อม
 เพราะจะได้ข้อมูลรอบขอบ ครอบคลุมได้ น่าเชื่อถือ ถูกต้อง ไร้เส้นและริ้วรอย
 ผลจึงออกมาได้อย่างดี เช่น ได้องค์การด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมเป็นต้นอย่าง
 ละเอียดยิ่ง และสิ่งตกค้างในมือจึงไม่มี BT ส่วนของสิ่งได้ ของเอกสารที่ได้ส่งมอบ
 หนึ่ง/ส่วนหนึ่ง BT ได้ ได้เลือกการส่งมอบของเอกสารแบบ จัดการดูแลของโดยด้วย
 ตัวงานที่ส่งมอบแล้ว องค์การที่ส่งมอบสามารถไปจัดการเองในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 และสิ่งอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น งานขององค์การด้านเศรษฐกิจ

ภาพ 33 แสดงคำตอบจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
 ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
 ของนักเรียน S25 ที่ระบุวิธีการแก้ไขปัญหานักเรียนคิดว่าดีที่สุดในร่วมกับ
 ให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล
 สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ

แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือก
 อื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.5 โดยนักเรียน
 สามารถแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหาของตนเองว่าสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีใน
 ระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร สามารถประเมินและสะท้อนผลของทางเลือก
 ที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างครอบคลุม โดยคำนึงถึงการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับ
 บุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่แสดงการแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการ
 แก้ไขปัญหาที่มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ
 สิ่งแวดล้อม ครบทั้ง 3 ระดับ โดยนักเรียนได้แบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญห
 ที่ดีที่สุด ดังนี้

“การใช้มวนพิฆาตในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายแทนการใช้ยาฆ่าแมลง ซึ่ง
 วิธีการดังกล่าวสามารถช่วยส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของผู้บริโภค สังคม และ
 สิ่งแวดล้อมได้ ดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมผู้บริโภค: ผู้บริโภคไม่ได้รับสารปนเปื้อนจากยาฆ่าแมลง และลดความ
 เสียหายต่อพืชที่เป็นสินค้า

3. ผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยขอสรุปผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างผลระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และผลระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ กรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008)

ระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์										
ปรับปรุง เร่งด่วน		ปรับปรุง		ปานกลาง		ดี		ดีมาก		
คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	
ระหว่างการจัดการเรียนรู้										
วจจรที่ 1	4	10.81	28	75.68	5	13.51	0	0	0	0
วจจรที่ 2	0	0	0	0	10	30.30	27	81.82	0	0

ตาราง 12 (ต่อ)

	ระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์									
	ปรับปรุง เร่งด่วน		ปรับปรุง		ปานกลาง		ดี		ดีมาก	
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
วงจรถั้ 3	0	0	0	0	0	0	19	51.35	18	48.65
หลังการ จัดการเรียนรู้	0	0	0	0	6	16.22	6	16.22	25	67.56

จากตาราง 12 พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นในทุกวงจรถับปฏิบัติกร โดยดูจากจำนวนนักเรียนทั้ง 5 ระดับของแต่ละวงจรถับปฏิบัติกร โดยในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 3 นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับดี และระดับดีมาก แต่ระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่าอยู่ในระดับดีมากเพิ่มสูงขึ้นจากระหว่างการจัดการเรียนรู้ และพบว่ามีอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งต่ำกว่าระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 3

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยร้อยละเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกวงจรถับปฏิบัติกร โดยหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85.33 ซึ่งคิดเป็นระดับดีมาก และจากการพิจารณาและวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกันจากเครื่องมือทั้ง 2 ชนิด โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยรวมดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามเกณฑ์ของ The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12: Science (2008)

	คะแนนเฉลี่ย	ค่าร้อยละ	ระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ระหว่างการจัดการเรียนรู้			
วงจรปฏิบัติการที่ 1	18.67	56.58	ระดับปรับปรุง
วงจรปฏิบัติการที่ 2	24.3	73.64	ระดับดี
วงจรปฏิบัติการที่ 3	27	81.82	ระดับดีมาก
หลังการจัดการเรียนรู้	28.16	85.33	ระดับดีมาก

จากตาราง 13 สามารถสรุปความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยแสดงคะแนนค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ รวมถึงระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ย และค่าร้อยละของความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ระดับปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพิ่มสูงขึ้น

ตามลำดับ และเมื่อนำคะแนนรวมเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85.33 ซึ่งคิดเป็นระดับดีมากเช่นกัน

จากผลวิเคราะห์ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการ "การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ" มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โครงการหลักสูตรภาษาอังกฤษแบบเข้มวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Intensive English Program: IEP) ปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมด 35 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม

การดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร ได้มีการเตรียมการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ สังเกตการณ์ สะท้อนการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริม

ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ขั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา

ครูเสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและมีบริบทใกล้ตัวกับนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวจะต้องมีความเกี่ยวข้องและสามารถเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และควรเป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน โดยใช้แบบจำลอง คลิปวิดีโอ สถานการณ์จากข่าว หรือข้อความข่าวที่พบได้จากสื่อออนไลน์ ที่แสดงให้เห็นด้านบวกและด้านลบจากประเด็นปัญหาพันธุศาสตร์และการใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ มาใช้ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและนำเข้าสู่บทเรียน จากนั้นตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลดีและผลเสียจากประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอต่อตัวนักเรียนเองและในด้านอื่น ๆ จากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับประเด็นปัญหาอย่างเปิดกว้าง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาให้มากที่สุด ให้นักเรียนได้เกิดการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาร่วมกันในชั้นเรียน และให้นักเรียนที่เป็นตัวแทนของห้องเรียนทำหน้าที่จัดบันทึกความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียนบนกระดาน

2. ขั้นเรียนรู้ความคิด

ครูให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยครูให้ข้อมูลกับนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คลิปวิดีโอหรือข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้ศึกษา โดยครูควรเชื่อมโยงบริบทของประเด็นปัญหาที่นำเสนอเข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันของนักเรียน และให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นดังกล่าวทั้งในด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ในขั้นนี้ควรเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม สืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความสะดวกและให้คำแนะนำนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม และควรมีการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ชั้นปฏิบัติการ

ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม จากนั้นชี้แจงให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และให้นักเรียนทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้บทบาทสมมติโดยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ ทำให้นักเรียนได้พิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหาในมุมมองของบทบาทที่ตนเองได้รับ นักเรียนสามารถสร้างทางเลือกที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาได้หลากหลาย โดยนักเรียนมีการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยให้นักเรียนตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้อย่างมีเหตุผลนำไปสู่การทำชิ้นงานเผยแพร่ข้อมูลให้กับพลเมืองในสังคม เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ เป็นต้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า การส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้วิเคราะห์จากใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่าระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่มีร้อยละของคะแนนรวมเท่ากับ 56.58 เป็นร้อยละ 73.64 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และเป็นร้อยละ 81.82 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนรวมเฉลี่ยความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมระหว่างเรียน เท่ากับ 70.68 และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีร้อยละ

ของคะแนนรวมหลังเรียน เท่ากับ 85.33 ซึ่งเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยรวมค่าร้อยละมาจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ คือ ระดับปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ในแต่ละชั้นการสอนทั้ง 3 ชั้น ต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา

นำเสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบจำลอง คลิปวิดีโอ สถานการณ์จากข่าวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและเป็นเรื่องใกล้ตัวสำหรับนักเรียน ทำให้กระตุ้นความสนใจนักเรียน และช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ข่าวถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการดัดแปลงพันธุกรรมให้มีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช เกิดการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ข่าวการใช้วิธีปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) แทนการใช้วิธีดัดแปลงพันธุกรรมพืช ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสมัยใหม่ที่กำลังเริ่มเข้ามาในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดข้อถกเถียงและความไม่มั่นใจของคนในสังคมขึ้นว่าวิธีการปรับแต่งจีโนมพืชมีความปลอดภัยหรือไม่ จะส่งผลในระยะยาวกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร และสถานการณ์ปลาแซลมอนจีเอ็มโอที่

สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอที่ประเทศแคนาดาเป็นประเทศแรกของโลก ส่งผลให้เกิดความกังวลขึ้นในสังคมถึงด้านความปลอดภัยและความกังวลถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต โดยการใช้สถานการณ์ข่าวหรือประเด็นดังกล่าว ซึ่งเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบในหลากหลายมิติ ทั้งด้านความเป็นอยู่และสุขภาพของบุคคล ด้านสังคมรวมถึงเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นประเด็นที่ยังไม่มีแนวทางแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากประเด็นดังกล่าว นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมในห้องเรียนกับสังคมในปัจจุบัน และสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ได้

จากสถานการณ์ข้างต้นจะเห็นว่าเป็นสถานการณ์ข่าวที่นักเรียนเคยเห็นและสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนรู้จักและสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ทำให้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในห้องเรียน และแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว สอดคล้องกับ นุปผา วิชัยวงษ์ (2559) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทหรือประเด็นทางสังคมซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดกล้าแสดงออก และนำเสนอแนวคิดของตนเองในห้องเรียน และตามที่ Zeidler, & Nichols (2009) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการแสวงหาข้อมูลเพื่อหาข้อเท็จจริง และเกิดการเปิดใจวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาอย่างเป็นระบบมีเหตุมีผล ส่งผลให้เกิดความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว และสอดคล้องกับ ลักษิกา นาไข และอังคณา อ่อนธานี (2560) กล่าวไว้ว่า การใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและเป็นปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันนั้น ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สามารถแสดงความคิดเห็นและได้มีการฝึกฝนกระบวนการคิด

2. ชั้นเรียนรู้ความคิด

การให้ข้อมูลกับนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คลิปวิดีโอหรือข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม และให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาดังกล่าว ทำให้นักเรียนสามารถอภิปรายเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นดังกล่าวทั้งในด้านบวกและด้านลบที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมถึงนำข้อมูล

ที่ได้จากการสืบค้นไปใช้เพื่อสร้างแนวทางการแก้ไขปัญห โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ใบความรู้ คลิปปิดีโอข่าว ข้อความข่าวจากแหล่งข่าวออนไลน์ที่นำเสนอเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้ง เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้ศึกษา เพิ่มเติม ทำให้นักเรียนมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย สามารถสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลาย มุมมอง ส่งผลให้นักเรียนเห็นมุมมองต่าง ๆ สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับ ประเด็นดังกล่าว

ในขั้นนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ข่าวปลาแซลมอนจีเอ็มโอ ที่สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอ ให้นักเรียนได้ระบุผู้ที่มี ส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาได้ครบทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม และมีเหตุผลในการสร้างแนวทางการแก้ไขปัญห ได้ สอดคล้องกับ Lee, & Grace (2012) ที่กล่าวไว้ว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนได้ ฝึกการให้เหตุผล รวมไปถึงการให้นักเรียนได้พิจารณาผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับ ประเด็นปัญหา จะช่วยให้นักเรียนได้เห็นมุมมองของปัญหาทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคม ทั้งทางด้านบวกและด้านลบ นำไปสู่การสร้างทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญห สอดคล้อง กับ Sadler, Barab, & Scott (2007) ที่กล่าวว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เผชิญกับความต้องการในการแก้ไขปัญห และมีการประเมินผลในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในกระบวนการค้นหาข้อมูลต่าง ๆ รวมไปถึงกระบวนการโต้แย้ง และการให้เหตุผล เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถแก้ไขได้บน พื้นฐานของการหาสาเหตุและการให้เหตุผลในระดับทั่วไปได้ และสอดคล้องกับ Bernholt, Eggert, & Kulgemeyer (2012) ที่กล่าวว่า การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับ นักเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจและสามารถอภิปราย ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ นอกจากนี้นักเรียนจำเป็น ที่จะต้องสามารถสร้างวิธีการแก้ไขปัญหโดยคำนึงถึงมุมมองต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็น ปัญหา และนักเรียนต้องสามารถประเมินผลเพื่อการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหที่นักเรียนสร้างขึ้นได้

3. ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาจุดเด่นและข้อจ้อยของวิธีการแก้ปัญหจากประเด็น ปัญหาที่กำหนดให้ที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม จากนั้นชี้แจงให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่จะนำไปใช้แก้ปัญห โดยเน้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ประเมินทางเลือกโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม

และสิ่งแวดล้อม และให้นักเรียนทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้จากการที่ครูนำเสนอประเด็นปัญหาที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้พิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละแนวทางที่นักเรียนสร้างขึ้นทำให้นักเรียนได้พิจารณาทางเลือกในมุมมองที่หลากหลายทั้งทางด้านบวกและด้านลบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นปฏิบัติการ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ข่าวปลาแซลมอนจีเอ็มโอที่สามารถวางจำหน่ายสินค้าในตลาดโดยไม่ต้องติดฉลากสินค้าจีเอ็มโอ ซึ่งเป็นประเด็นทางสังคมที่ยังไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองนำไปสู่การตัดสินใจร่วมกันในชั้นเรียน โดยก่อนการตัดสินใจนักเรียนจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคิดว่าเหมาะสมที่สุดของชั้นเรียน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ระดับสอดคล้องกับ Sadler, Barab, & Scott (2007) อ้างถึงใน Fang, Hsu, & Lin (2019) ที่กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาคัดเจนทำให้เกิดเป็นการท้าทายสำหรับนักเรียนในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยนักเรียนจะต้องทำการพิจารณาปัญหาจากหลายหลายมุมมอง เปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหา และจะต้องทำการสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นพยานหลักฐานในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคิดว่าเหมาะสมที่สุด

นอกจากนี้ในชั้นปฏิบัติการ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดบทบาทสมมติให้นักเรียนเพิ่มเติม และให้นักเรียนพิจารณาข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาตามบทบาทที่ตนเองได้รับ และทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคิดว่าเหมาะสมที่สุดที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ระดับ ซึ่งในงานวิจัยนี้หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้แสดงถึงการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคิดว่าเหมาะสมที่สุดไปใช้ในการแก้ไขปัญหาคิดว่าส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลในการตัดสินใจ

เลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาก็เหมาะสมที่สุดไว้ว่า แนวทางการแก้ไขปัญหานั้นจะต้องสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาก็จริงอย่างยั่งยืน มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของคนในสังคม และไม่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ครูควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ไขปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจใช้การกำหนดบทบาทสมมุติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมุติซึ่งเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญของบ้านเมือง โดยการที่จะต้องตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาของบ้านเมืองนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้อย่างมีเหตุและส่งผลดีต่อส่วนรวม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้จะต้องทำการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตที่ดี

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จากผลการวิจัย พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น คือระดับปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากเช่นกัน ซึ่งผู้วิจัยขออภิปรายผลการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละพฤติกรรมย่อย ดังนี้

1. การระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นเรียนรู้ความคิด หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.5 โดยนักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้ครบถ้วนทั้ง 3 ระดับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงสถานการณ์ข่าวหรือประเด็นปัญหาที่น่าเสนอในชั้นเรียนเข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน และกระตุ้นนักเรียน

โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียนอกเหนือจากในสถานการณ์ข่าวที่ครูนำเสนอ ส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ สอดคล้องกับ Lee, & Grace (2012) ที่กล่าวไว้ว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผล รวมไปถึงการให้นักเรียนได้พิจารณาผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

2. การสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลในการนำไปใช้สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.75 โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และใช้ข้อมูลที่สืบค้นมาสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมทั้ง 4 ด้านทั้งความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องทั้งในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นเรียนรู้ความคิด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยผู้วิจัยให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนต้องนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์ และเป็นผู้สรุปข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับ Janis, & Mann (1977) อ้างถึงใน Ratcliffe (1997) การค้นคว้าหาข้อมูลเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดเห็นหรือมุมมองของตนเอง ซึ่งการสืบค้นข้อมูลนั้นนักเรียนจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหลากหลายรูปแบบ

3. การสร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 91.33 โดยนักเรียนระบุทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ได้ครบถ้วน นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นเรียนรู้ความคิด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดและมุมมองในการสร้างทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้หลายวิธี สอดคล้องกับ Lee, & Grace (2012) ได้กล่าวว่า การสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหา นั้น นักเรียนจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาใช้ในการสร้างทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหา โดยข้อมูลนั้นจะต้องมีการพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จะสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในหลากหลายด้านไปใช้แก้ไขปัญหาได้

4. พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางการแก้ไขปัญหามิในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.83 โดยนักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือก ระบุจุดเด่นและจุดด้อย และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนสร้างขึ้นในการนำไปใช้แก้ไขปัญหได้ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วน นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกได้ เนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้กับนักเรียนนั้นเป็นประเด็นที่ยังไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนสร้างทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกก่อนทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไข ปัญหา สอดคล้องกับ Alsop (1999), & Ratcliffe (1997) อ้างถึงใน Jho (2015) ได้กล่าวไว้ว่า ประเด็นปัญหาในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นมีความกำกวม และมีแนวทางการแก้ไข ปัญหาที่ไม่ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นตามมา ในภายหลัง และเพื่อรับมือกับผลลัพธ์ที่ตามมา นักเรียนจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย ของแต่ละทางเลือกในหลายมุมมอง ส่งผลให้นักเรียนต้องไตร่ตรองพิจารณาแต่ละทางเลือกก่อน ที่จะทำการตัดสินใจ

5. สร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือก หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93 โดยนักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกแต่ละ ทางเลือกที่นักเรียนได้สร้างขึ้น และใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกมาใช้ในการแก้ไขปัญห จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ มีความสมเหตุสมผล และเกณฑ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความครอบคลุมในการนำไปใช้แก้ไขปัญหามิในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนเกิด การพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้อธิบายเกี่ยวกับการ สร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกให้กับนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้ประเมินทางเลือกแต่ละ ทางเลือกของตนเองจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์การประเมิน ทางเลือกได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Lindblom (1959), & Simon (1976) อ้างถึงใน Kortland (1996) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกนั้นไม่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า โดยนักเรียนต้องทำการประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาก่อน มีการเปรียบเทียบวงน้าหน้า ความเป็นไปได้ซึ่งกันและกันของแต่ละทางเลือกบนพื้นฐานของข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ ดังนั้นผล ที่ตามมาหลังจากการสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินทางเลือกแล้วจะส่งผลให้สามารถเลือก

เกณฑ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือแนวทางการแก้ไขปัญหานานาชาติ (Lindblom, 1959; Simon, 1976 as cited in Kortland, 1996) และสอดคล้องกับ Uskola, Maguregi, & Jimenez Aleixandre (2010) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนนั้นไม่เพียงมุ่งเน้นไปที่ผลที่เกิดจากการอภิปราย แต่การประเมินทางเลือกจากการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนเช่นกัน

6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81 โดยนักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ไขปัญหามีการใช้เกณฑ์พิจารณาที่มีความสมเหตุสมผล และต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครอบครัวทั้ง 3 ระดับ นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก รวมถึงสร้างเกณฑ์เพื่อนำมาใช้ประเมินทางเลือกก่อนทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือเลือกทางเลือกที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ครอบครัวทั้ง 3 ระดับ นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก รวมถึงสร้างเกณฑ์เพื่อนำมาใช้ประเมินทางเลือกก่อนทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาคือเลือกทางเลือกที่ดีขึ้น สอดคล้องกับ Aikenhead (1985) ได้กล่าวไว้ว่า การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพนั้นเกิดจากการสร้างทางเลือก และการประเมินทางเลือกในแต่ละทางเลือก และสอดคล้องกับ Bottcher, & Meisert (2013) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การพิจารณาถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนนั้น นักเรียนจำเป็นต้องทำการพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียของประเด็นปัญหาก่อนทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา และสิ่งแวดล้อม

7. แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางในการแก้ไขปัญหามาจากทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.5 โดยนักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูลถึงวิธีการแก้ไขปัญหามาของตนเองว่าสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร สามารถประเมินและสะท้อนผลของทางเลือกที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาคือได้อย่างครอบคลุม โดยคำนึงถึงการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหามาของกลุ่มตนเอง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากการนำเสนอถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อตัดสินใจหาแนวทางการแก้ไขปัญหาคือเหมาะสมที่สุดที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ Zeidler, & Nichols

(2009) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย สะท้อนผล และนำเสนองาน ซึ่งกิจกรรมนี้จะส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการทำงานและการแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกัน

8. ทบทวนแนวทางการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญห พร้อมให้เหตุผลหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 100 โดยนักเรียนสามารถพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญห ทบทวนแนวทางที่ตัดสินใจเลือกนำไปใช้แก้ปัญหจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าควรมีการปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหหรือไม่ พร้อมกับการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลหลังจากการทบทวนการตัดสินใจ นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรมนี้ในชั้นปฏิบัติการ โดยในแต่ละวงจรปฏิบัติการหลังจากที่นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญห ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทบทวนการตัดสินใจของตนเองว่า แนวทางที่นักเรียนตัดสินใจเลือกนำมาใช้แก้ปัญหานั้นมีจุดบกพร่องหรือไม่อย่างไร และนักเรียนมีวิธีปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหอย่างไร ส่งผลให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหได้ดีขึ้น สอดคล้องกับศักดิ์อนันต์ อนันตสุข (2554) ได้ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย ให้นักเรียนได้ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญห โดยได้มีการให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนความคิดเห็นของตนเอง นำไปสู่การตัดสินใจเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหได้ดีขึ้น

หากพิจารณาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก เนื่องจากได้รับการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า ระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่าอยู่ในระดับดีมาก เพิ่มสูงขึ้นจากระหว่างการจัดการเรียนรู้ และพบว่ามียู่ในระดับปานกลาง ซึ่งต่ำกว่าระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการ

ที่ 3 เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้นนักเรียนมีโอกาสได้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งในชั้นเรียนรู้ความคิด และชั้นปฏิบัติการนั้นต้องอาศัยการทำงานเป็นกลุ่ม การร่วมมือกันในการสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม และนำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Quintana et al. (2004) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและทำการเก็บรวบรวมเพื่อนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อทำการร่วมกันตัดสินใจนั้น นักเรียนจำเป็นที่จะต้องแสดงความคิดเห็นในกลุ่มกันหลายครั้งจึงจะได้ข้อยุติ ส่งผลต่อการตัดสินใจในการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

นอกจากนี้หากพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับปรับปรุง ซึ่งพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกทางเลือกมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือร้อยละ 31.8 เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล และสิ่งแวดล้อม หรือในระดับบุคคล และสังคมเพียงเท่านั้น ซึ่งเป็นการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดบทบาทสมมติให้นักเรียนเพิ่มเติมก่อนให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา จึงทำให้นักเรียนต้องทำการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครบทั้ง 3 ระดับ จึงทำให้นักเรียนได้ทำการแบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล แลกเปลี่ยนผล ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงมีการทบทวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมการตัดสินใจเพิ่มสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 86 นอกจากนี้การกำหนดบทบาทสมมติส่งผลให้พฤติกรรมแบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินผล และทบทวนการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 และคะแนนเฉลี่ยของทุกพฤติกรรมการตัดสินใจเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทุกพฤติกรรม

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในขณะที่ทำกิจกรรม มีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนได้ดี และมีทักษะในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

และศึกษาเรียนรู้เนื้อหาที่นอกเหนือจากที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียนและครูผู้สอนอยู่เสมอ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียนในมุมมองที่หลากหลายเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นภายหลังจากการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะการวิจัย

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวិทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ในชั้นปฏิบัติการควรชี้แจงถึงการสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกแต่ละทางเลือกที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหาให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่าเกณฑ์ที่นักเรียนจะต้องสร้างเพื่อประเมินทางเลือกนั้นควรมีลักษณะเป็นอย่างไร และเน้นให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ประเมินทางเลือกโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสร้างเกณฑ์การประเมินทางเลือกได้ นำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.2 ควรให้ข้อมูลโดยใช้สื่อที่หลากหลายที่แสดงเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมทั้งในด้านบวกและด้านลบในชั้นเรียนรู้ความคิด จะสามารถช่วยให้นักเรียนมีข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาหลายมุมมอง นำไปสู่การสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย ส่งผลให้สามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม

1.3 การให้นักเรียนระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ควรกระตุ้นให้นักเรียนระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียให้ครอบคลุมเนื้อหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยครูให้นักเรียนศึกษาหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทั้งในด้านบวกและด้านลบ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มองเห็นผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาในมุมมองที่หลากหลาย และครอบคลุมทั้งในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยพบว่า ในชั้นการเรียนรู้ความคิดและชั้นปฏิบัติการนักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการทำใบกิจกรรมและสร้างชิ้นงานและการแสดงความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้ดีกว่างานเดี่ยว ดังแสดงได้จากระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนที่มีการพัฒนามากกว่าหลังเรียนที่วัดจากแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จึงควรศึกษาถึงปัจจัยการทำงานกลุ่มมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยพบว่า การกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเพิ่มเติมในชั้นปฏิบัติการของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ ดังแสดงได้จากระดับความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่มีการพัฒนามากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ดังนั้นการวิจัยครั้งถัดไปอาจใช้บทบาทสมมติร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยพระนคร

บรรณานุกรม

- กุลวรรณ ผาพิมุล. (2556). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจแก้ไขสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS). *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 3(1), 13-20.
- จรรยา ดาสา. (2560). การสืบเสาะวิทยาศาสตร์ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(2), 123-132.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, และสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2560). *พันธุศาสตร์บูรณาการจากการค้นพบส่วนวัดกรรม*. สืบค้น 23 เมษายน 2561, จาก <http://ngc2017.sc.chula.ac.th/about-us/>
- ชญาณิชกร ภิรมย์ภูรวงษ์. (2557). มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมการติดฉลากสินค้า ดัดแปลงพันธุกรรมของไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี*, 8(2), 90-101.
- ทิตินา เขมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ วิชาการ.
- ทองใบ นีกุ่นจิตร. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์และทักษะการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วย การสอนแบบประเวศ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. อุดรดิตต์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- นวรรตน์ กฤตเวทิน. (2546). *การสร้างแบบสอบถามการตัดสินใจเรื่องสิ่งแวดล้อมทาง ธรรมชาติชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของเขตพัฒนาคุณภาพลานไตรมิตร จังหวัดขอนแก่น (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิริรัตน์ อาโยวงษ์, และวิมล สัมราญวานิช. (2011). การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของ Yuenyong (2006). *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*, 5(4), 21-28.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุปผา วิชัยวงษ์. (2559). การศึกษาความสามารถในการตัดสินใจและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS) ร่วมกับเทคนิคการระดมพลังสมอง. *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 10(พิเศษ), 81-86.
- ปริญญา บุญเกิด. (2547). ผลการใช้กิจกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มณีรัตน์ แทนพรมมา. (2558). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารนาโนในชีวิตประจำวันที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 26(3), 267-278.
- ยุดา รักไทย, และธนิกานต์ มาชะติรานนท์. (2548). *เทคนิคการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.
- ลักษิกา นาไข, และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 11(2), 174-189.
- วีระชัย ทิตภากร. (2557). แนวทางการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Guidelines). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22(3), 381-397.
- วีระยุทธ ชาดะกาญจน์. (2558). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการบริหารการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด.
- ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข. (2554). กระบวนการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์สำหรับประเทศไทยจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ของ Yuenyong (2006). ใน *The 12th Graduate Research Conference Khon Kaen University 2011* (น. 1463-1471). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). *การคิดและการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การวัดประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2561, จาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualBioM4-6.pdf>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุทธิรักษ์ นภาพันท์. (2018). การศึกษาวิเคราะห์เชิงจริยศาสตร์ เรื่อง การยุติการตั้งครมตามหลังการวินิจฉัยก่อนคลอด. *Journal of Buddhist Studies*, 7(2), 43-53.
- โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2554). *เทคโนโลยีสารสนเทศกับการเป็นอยู่ที่ดี*. สืบค้น 15 ธันวาคม 2561, จาก <https://www.academia.edu.com>
- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17(8-9), 805-827.
- Bencze, L. (2017). *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and environments: STEPWISE*. Toronto: Springer.
- Bencze, L., & Carter, L. (2011). Globalizing students acting for the common good. *Journal of Research in Science teaching*, 48(6), 648-669.
- Bencze, L., El Halwany, S., Krstovic, M., Milanovic, M., Phillips-MacNeil, C., & Zouda, M. (2015). *Students Acting to Address Personal, Social & Environmental Harms Linked to Science & Technology*. Retrieved April 23, 2018, from https://pepper.oise.utoronto.ca/pepper/UploadedFiles/1023/4/23205/23208/BenczeETAL_inNunes-NetoConrado.pdf
- Bermudez, J. L. (2009). *Decision theory and rationality*. United Kingdom: OUP Oxford.

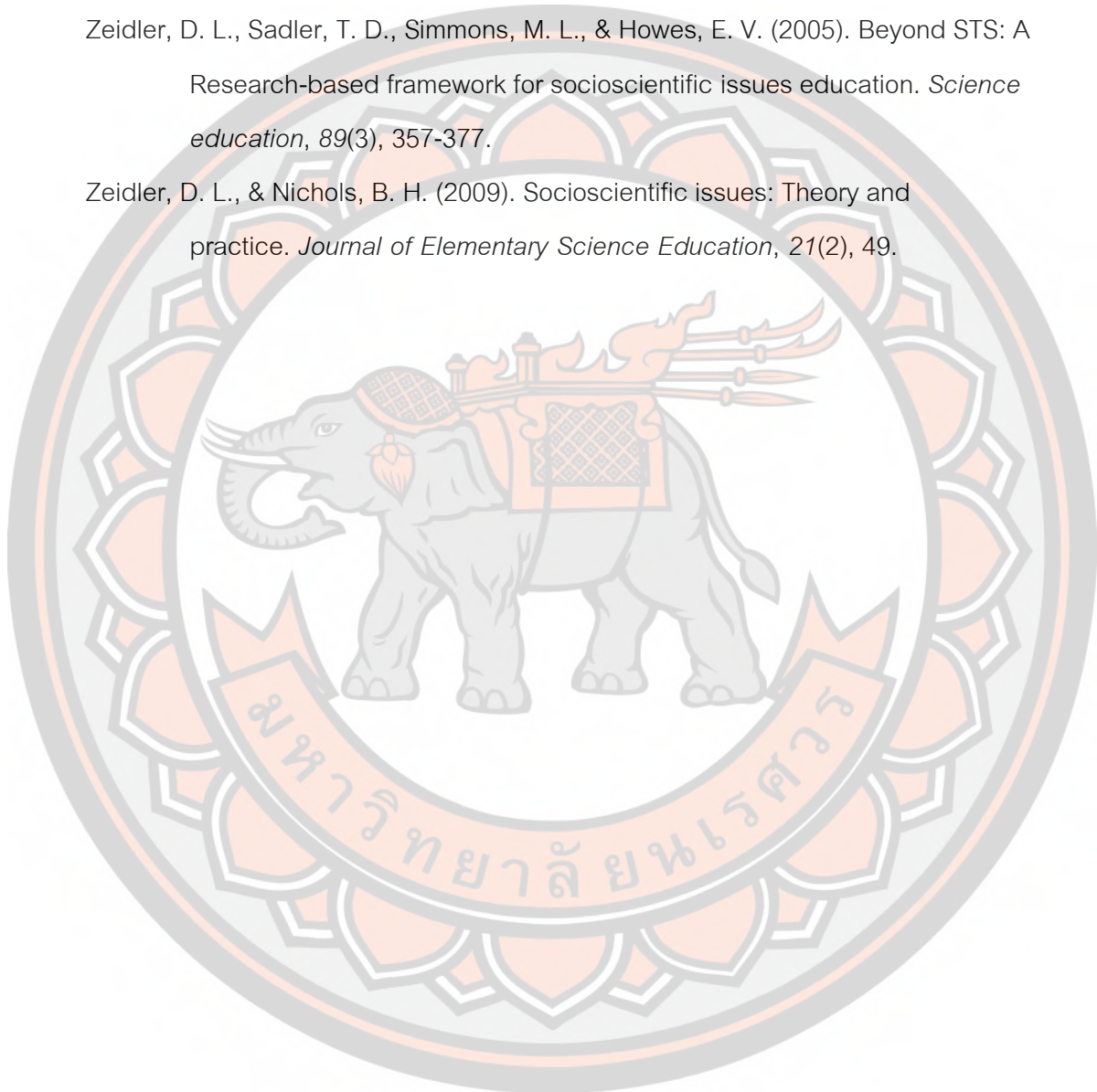
- Bernholt, S., Eggert, S., & Kulgemeyer, C. (2012). Capturing the diversity of students' competences in science classrooms: Differences and commonalities of three complementary approaches. *Making it tangible-Learning outcomes in science education*, 187-217.
- Bottcher, F., & Meisert, A. (2013). Effects of direct and indirect instruction on fostering decision-making competence in socioscientific issues. *Research in Science Education*, 43(2), 479-506.
- Chowdhury, M. A. (2016). The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19-38.
- Conference, I. H. (2002). Constitution of the World Health Organization. 1946. *Bulletin of the World Health Organization*, 80(12), 981-984.
- Dauer, J. M., Lute, M., & Straka, O. (2017). Indicators of informal and formal decision-making about a socioscientific issue. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 124-138.
- Eggert, S., Ostermeyer, F., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Socioscientific decision making in the science classroom: The effect of embedded metacognitive instructions on students' learning outcomes. *Education Research International*, 2013, 1-12.
- Emery, K., Harlow, D., Whitmer, A., & Gaines, S. (2017). Compelling evidence: an influence on middle school students' accounts that may impact decision-making about socioscientific issues. *Environmental Education Research*, 23(8), 1115-1129.
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 427-448.

- Fensham, P. J. (2012). Preparing citizens for a complex world: the grand challenge of teaching socio-scientific issues in science education. *In Science Environment Health* (pp. 7-29). Springer, New York: Dordrecht.
- Gresch, H., & Bogeholz, S. (2013). Identifying non-sustainable courses of action: a prerequisite for decision-making in education for sustainable development. *Research in Science Education*, 43(2), 733-754.
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Bogeholz, S. (2017). Enhancing decision-making in STSE education by inducing reflection and self-regulated learning. *Research in Science Education*, 47(1), 95-118.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.
- Holyoak, K. J., & Morrison, R. G. (Eds.). (2012). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Jho, H. (2015). A Literature Review of Studies on Decision-making in Socio-scientific Issues. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 35(5), 791-804.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (2000). Choices, Values and Frames. *American Psychologist*, 39(4), 341-350.
- Kolsto, S. D. (2001). 'To trust or not to trust,...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901.
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673-689.
- LeBoeuf, R. A., & Shafir, E. (2012). Decision making. *In The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Levinson, M. L. (2013). *Education as a civic right: Using schools to challenge the civic empowerment gap*. Retrieved November 11, 2018, from <https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/8454069/Levinson+The+Civic+Empowerment+Gap.pdf?sequence=1>

- Lee, Y. C., & Grace, M. (2010). Students' reasoning processes in making decisions about an authentic, local socio-scientific issue: bat conservation. *Journal of Biological Education*, 44(4), 156-165.
- Lee, Y. C., & Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- Maes, J., Bourgonjon, J., Gheysen, G., & Valcke, M. (2018). Variables Affecting Secondary School Students' Willingness to Eat Genetically Modified Food Crops. *Research in Science Education*, 1-22.
- McElhinny, T. L., Dougherty, M. J., Bowling, B. V., & Libarkin, J. C. (2014). The status of genetics curriculum in higher education in the United States: goals and assessment. *Science & Education*, 23(2), 445-464.
- Nielsen, J. A. (2013). Delusions about evidence: On why scientific evidence should not be the main concern in socioscientific decision making. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4), 373-385.
- OECD. (2018). *PISA 2018 DRAFT READING LITERACY FRAMEWORK*, Retrieved April 30, 2018, from <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draftframeworks.pdf>
- Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99(4), 174-181.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science education*, 95(4), 601-626.

- Price, R. M., Andrews, T. C., McElhinny, T. L., Mead, L. S., Abraham, J. K., Thanukos, A., & Perez, K. E. (2014). The Genetic Drift Inventory: a tool for measuring what advanced undergraduates have mastered about genetic drift. *CBE-Life Sciences Education*, 13(1), 65-75.
- Qizilbash, M. (1998). The concept of well-being. *Economics & Philosophy*, 14(1), 51-73.
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., ... & Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *The journal of the learning sciences*, 13(3), 337-386.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Rutherford, F. J. Ahlgren. (1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report*. Retrieved June 27, 2018, from <https://www.amazon.com/Science-All-Americans-James-Rutherford/dp/0195067711>
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?. *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in science Education*, 45(1), 1-42.
- Schroeder, K. (2015). *The politics of Gross National Happiness: Values, power and policy implementation*. Bhutan: Centre for Bhutan Studies and Gross National Happiness.
- Siribunnam, S., Nuangchalem, P., & Jansawang, N. (2014). Socio-Scientific Decision Making in the Science Classroom. *Online Submission*, 5(4), 1777-1782.

- Uskola, A., Maguregi, G., & Jimenez Aleixandre, M. P. (2010). The use of criteria in argumentation and the construction of environmental concepts: A university case study. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2311-2333.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A Research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-377.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินความสามารถในการ
ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ หอมจันทร์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ดร.สุริยา ชานู

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางสาวกัญญาวีร์ ชายเรียน

ครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาขาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก



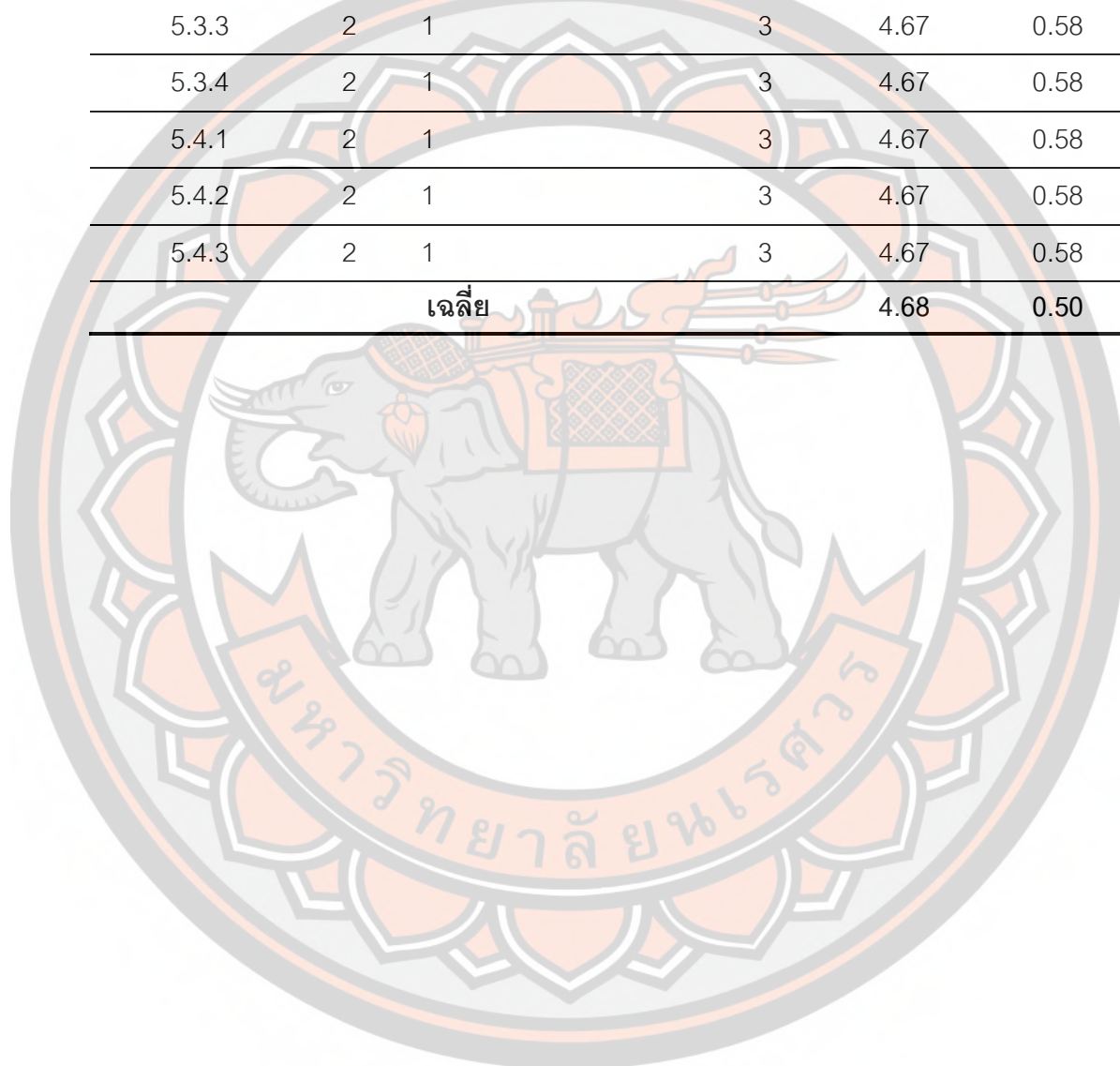
ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ
แนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม
และสิ่งแวดล้อม เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสม					รวม (N)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
	5	4	3	2	1			
1.1	2	1				3	4.67	0.58
1.2	3					3	5.00	0.00
1.3	2	1				3	4.67	0.58
1.4	2	1				3	4.67	0.58
2.1	2		1			3	4.33	1.15
2.2	1	1	1			3	4.00	1.00
2.3	2	1				3	4.67	0.58
3.1	3					3	5.00	0.00
3.2	3					3	5.00	0.00
3.3	3					3	5.00	0.00
4.1	3					3	5.00	0.00
4.2	2	1				3	4.67	0.58
4.3	2	1				3	4.67	0.58
5.1	2	1				3	4.67	0.58
5.2.1	2	1				3	4.67	0.58
5.2.2	1	2				3	4.33	0.58
5.2.3	2	1				3	4.67	0.58
5.3.1	2	1				3	4.67	0.58
5.3.2	2	1				3	4.67	0.58

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสม					รวม (N)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
	5	4	3	2	1				
5.3.3	2	1				3	4.67	0.58	
5.3.4	2	1				3	4.67	0.58	
5.4.1	2	1				3	4.67	0.58	
5.4.2	2	1				3	4.67	0.58	
5.4.3	2	1				3	4.67	0.58	
							เฉลี่ย	4.68	0.50



ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ศึกษาสำหรับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุศาสตร์และ
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว30244

ชื่อรายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2561

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง พันธุวิศวกรรม

เวลา 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) หมายถึง เทคโนโลยีที่ทำการเคลื่อนย้ายยีน (gene) จาก สิ่งมีชีวิตสปีชีส์หนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกสปีชีส์หนึ่ง เป็นการสร้าง DNA สายผสม (recombinant DNA) เป็นการสร้างสิ่งมีชีวิตรูปแบบใหม่ (novel) ที่มีคุณลักษณะแบบใหม่ ซึ่งไม่เคยปรากฏใน

ธรรมชาติมาก่อน เป็นการเปลี่ยนแปลงหน่วยพันธุกรรม หรือ DNA ของสิ่งมีชีวิต โดยเคลื่อนย้าย ยีนที่อยู่เหนือกฎเกณฑ์ธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอาจมี ยีน ซึ่งจะได้ลูกผสมแบบใหม่

4. สารการเรียนรู้

เทคโนโลยีทาง DNA เพื่อสร้าง DNA สายผสมหรือ DNA รีคอมบิแนนท์ (recombinant DNA) และการเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลอง เรียกว่า พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เทคโนโลยีทาง DNA นี้สามารถนำไปใช้เพื่อตัดแปรให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามความต้องการ ซึ่งเทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วภายหลัง จากการค้นพบเอนไซม์ในแบคทีเรียที่สามารถตัดสาย DNA บริเวณที่มีลำดับเบสจำเพาะซึ่งเรียกว่า เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) และสามารถเชื่อมสาย DNA ที่ถูกตัดแล้วมาต่อกันได้ด้วย เอนไซม์ DNA ไลเกส (DNA ligase enzyme) ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถออกแบบรูปแบบ DNA รีคอมบิแนนท์ได้ หากทราบ ตำแหน่งหรือลำดับเบสจำเพาะในการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดต่าง ๆ

การตัดและเชื่อมต่อย DNA เป็น DNA รีคอมบิแนนท์ นั้นไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ได้ ยังต้องมีวิธีการที่จะสามารถทำให้ DNA รีคอมบิแนนท์คงอยู่และเพิ่มจำนวน เพื่อใช้ในการศึกษาว่า สาย DNA เหล่านั้นมียีนอะไรและควบคุมการสร้างโปรตีนชนิดใด สิ่งที่สำคัญคือจะต้องเพิ่มจำนวน DNA ในบริเวณดังกล่าวให้มากพอที่จะศึกษาได้ การเพิ่มจำนวนของ DNA ที่เหมือน ๆ กันนั้น เรียกว่า การโคลน DNA (DNA cloning) และหาก DNA บริเวณดังกล่าวเป็นยีนก็เรียกว่า การโคลน ยีน (gene cloning)

5. จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

5.1 ความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพันธุวิศวกรรมและขั้นตอนของเทคนิคพันธุวิศวกรรมได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเอนไซม์ตัดจำเพาะ และการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปขั้นตอนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70
4. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย และโดยเทคนิคพรีเมอเรสเซนรีแอคชันได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70

5.2 ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้ในระดับดี

โดยนักเรียนมีพฤติกรรมในการตัดสินใจ ดังนี้

1.1 นักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้

1.2 นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นหาข้อมูลในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้

1.3 นักเรียนสามารถสร้างทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้

1.4 นักเรียนสามารถพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือกได้

1.5 นักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้

1.6 นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้

1.7 นักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอโดยต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

1.8 นักเรียนสามารถทบทวนการตัดสินใจของตนเองในการเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอพร้อมให้เหตุผลได้

5.3 คุณลักษณะ

1. นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและทำงานร่วมกับผู้อื่น

2. นักเรียนทำงานด้วยความตั้งใจและทำงานเสร็จทันภายในเวลาที่กำหนด

6. สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด - ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต - กระบวนการทำงานกลุ่ม

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

8. กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม (J. L. Bencze, 2017) ดังนี้
 ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจน (60 นาที)

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพอาหารที่ใช้วัตถุดิบจากถั่วเหลือง และกระตุ้นความสนใจของ นักเรียนโดยการสอบถามพูดคุยเกี่ยวกับถั่วเหลือง โดยใช้คำถาม ดังนี้

1.1 นักเรียนชอบทานถั่วเหลืองหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วเหลือง เช่น เต้าหู้ นม ขนมหที่ทำ มาจากถั่วเหลือง เป็นต้น หรือไม่ เพราะเหตุใดถึง ชอบ/ไม่ชอบทาน

1.2 นักเรียนรู้หรือไม่ว่าถั่วเหลืองที่เราที่เรพบเจอในชีวิตประจำวัน นำมาผลิตเป็นอาหาร ต่าง ๆ เพื่อบริโภคในครัวเรือน ถั่วเหลืองยังมีความสำคัญในด้านอื่น ๆ ในด้านใดอีกบ้าง

นักเรียนร่วมกันอภิปราย (นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จาก ถั่วเหลืองจากความรู้ และประสบการณ์เดิมที่ตนเองมีได้อย่างอิสระ)

1.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับถั่วเหลืองให้กับนักเรียนว่า “ถั่วเหลืองนับเป็นพืชเศรษฐกิจอีก ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในระดับประเทศ ซึ่งประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านการผลิตที่ไม่ เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความต้องการของกลุ่ม โรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลือง โรงงานผลิตนมถั่วเหลือง รวมทั้งโรงงานผลิตอาหารสัตว์ จึงทำให้ไทย ต้องนำเข้าถั่วเหลืองปริมาณมากในแต่ละปี ซึ่งจะมีการนำเข้าจากต่างประเทศและเกือบทั้งหมด

ประมาณ 80% จะนำเข้าจากสหรัฐอเมริกาและอเมริกาใต้ ซึ่งจะเป็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอ (GMOs: Genetically Modified Organisms) เกือบทั้งหมด”

1.4 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียนต่อว่า “แต่นักเรียนทราบหรือไม่ว่าถั่วเหลืองจีเอ็มโอนั้นเป็นปัจจัยต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ในมนุษย์จากสารเคมีที่ตกค้างที่ปนเปื้อนมากับอาหารและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม” (เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ)

1.5 ให้นักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศและการปลูกถั่วเหลืองให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม จากคลิปวิดีโอ กบนอกกะลา ตอน กว่าจะเป็นน้ำมันถั่วเหลือง ช่วงที่ 1/4 โดยใช้ระยะเวลา 3:27 นาที ดังนี้



ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=OQluEqtZy78>

1.6 ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับถั่วเหลืองจีเอ็มโอเพื่อกระตุ้นความสนใจกับนักเรียนว่า “จากคลิปวิดีโอให้นักเรียนได้เห็นแล้วว่าถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างไร ถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จากความต้องการทางด้านอุตสาหกรรมเหล่านี้จึงส่งผลให้ถั่วเหลืองเกินครึ่งของโลกเป็นถั่วเหลืองที่ได้จากการดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อให้สามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการต่อการบริโภคของประเทศต่าง ๆ ในระดับโลก”

1.7 ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการนำเข้าถั่วเหลืองจีเอ็มโอว่า “นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการนำเข้าถั่วเหลืองจีเอ็มโอ เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ” (เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ)

1.8 ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับถั่วเหลืองจีเอ็มโอในประเด็นที่เป็นสาเหตุต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ในมนุษย์จากสารเคมีที่ตกค้างที่ปนเปื้อนมากับอาหารและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.9 ให้นักเรียนดูคลิปข่าวถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่เป็นประเด็นในสังคม ดังนี้



ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=qe7heAB3KK8>

จากนั้นครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ ว่า “นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” โดยในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนเลือกตอบคำถามว่า “เห็นด้วย” หรือ “ไม่เห็นด้วย”

2. หลังจากนักเรียนเลือกตอบคำถามแล้วครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่เห็นด้วยกับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่เห็นด้วยกับการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายถึงเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงมีความคิดเช่นนั้น (ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ พร้อมกับบอกเหตุผลของกลุ่มของตนเองว่า “เห็นด้วย” หรือ “ไม่เห็นด้วย” เพราะเหตุใด)

3. ให้นักเรียนที่เป็นตัวแทนห้องที่เหตุผลของนักเรียนแต่ละกลุ่มบนกระดานโดยยังไม่สรุปเหตุผลของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ากลุ่มใดถูก กลุ่มใดผิด

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ความคิด (2 ชั่วโมง)

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยตั้งคำถามกับนักเรียนว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นั้นต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่าพันธุวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการสร้าง DNA สายผสม หรือ DNA รีคอมบิแนนท์ (DNA recombinant) และการเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลอง”

2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มเป็นสมาชิกเดิม โดยครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ และและจากใบความรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลในหนังสือเรียน

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับ เอนไซม์ตัดจำเพาะและเทคนิคพันธุวิศวกรรมว่ามีขั้นตอนอย่างไร

(จากการศึกษาลำดับการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ นักเรียนควรอภิปรายได้ดังนี้

3.1 ตัดสายดีเอ็นเอหรือพลาสมิด (Plasmid) ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)

3.2 ตัดสายดีเอ็นเอในโมเลกุลที่สนใจ ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน

3.3 เชื่อมต่อสายดีเอ็นเอจากพลาสมิด และจากดีเอ็นเอที่สนใจด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligase) เกิดเป็นดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์

จากการอธิบายนักเรียนควรสรุปได้ว่า การสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์เป็นเทคนิคการตัดและเชื่อมต่อดีเอ็นเอต่างโมเลกุลเข้าด้วยกัน ซึ่งเรียกว่า “เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม”

4. หลังจากจบกิจกรรมครูบันทึกจำนวน DNA สายผสมหรือ DNA รีคอมบิแนนท์ (DNA recombinant) ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สร้างได้บนกระดาน และกล่าวชื่นชมนักเรียนกลุ่มที่สร้าง DNA สายผสมได้จำนวนมากที่สุด

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ตอนที่ 3 และตอนที่ 4 โดยนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต และจากใบความรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำกับนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม

6. ครูสรุปเนื้อหาให้นักเรียนเกี่ยวกับการโคลนนิ่งโดยอาศัยแบคทีเรีย และเทคนิค PCR ให้นักเรียนอีกครั้งหลังจากจบกิจกรรม

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข่าวถั่วเหลืองจีเอ็มโอจากใบกิจกรรม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว (หลังจากการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ เกิดจากการได้รับการดัดแปรพันธุกรรมเพื่อให้ต้านทานยากำจัดวัชพืชประเภทไกลโฟเสท (glyphosate) ทำให้ถั่วเหลืองสามารถทนต่อยากำจัดวัชพืชและเกษตรกรสามารถกำจัดวัชพืชโดยที่ต้นถั่วเหลืองไม่ตายได้ จากการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม)

8. จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาถึงผลกระทบที่ตามมาจากการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยครูบันทึกประเด็นตามที่นักเรียนเสนอบนกระดาน

9. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ดังนี้

9.1 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงมีการริเริ่มปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

9.2 จากความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนคิดว่าการปลูกถั่วเหลืองจีเอ็มโอ จะส่งผลกระทบต่อทั้งในทางบวกและทางลบต่อผู้บริโภค สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคนักสังคม และสิ่งแวดล้อม และบันทึกลงในข้อที่ 1 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยทุกกลุ่มจะได้สถานการณ์ข่าวเหมือนกัน และหาแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคนักสังคม และสิ่งแวดล้อม

11. ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว และให้บันทึกผลที่อาจเกิดจากสถานการณ์ดังกล่าวที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคนักสังคม และสิ่งแวดล้อม ในข้อที่ 2 ในใบกิจกรรมที่ 2 โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียจากประเด็นการใช้เทคโนโลยีปรับเปลี่ยนจีโนมพืช ในข้อที่ 3 ลงในใบกิจกรรมที่ 2 โดยครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ในมุมมองของผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสีย ตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระบุขึ้น โดยครูเน้นให้นักเรียนคำนึงถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ให้ครอบคลุมทั้งในระดับบุคคล นักสังคม และสิ่งแวดล้อม

13. ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาที่นักเรียนได้ระบุมาแล้วข้างต้น โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาว่าการที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวไม่ว่าจะเป็นตัวนักเรียนเอง ผู้บริโภค คนในสังคม รัฐบาล หรือบุคคลอื่น ๆ ควรใช้ความรู้ หรือศึกษาข้อมูลในเรื่องใดบ้าง โดยให้นักเรียนสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากอินเทอร์เน็ต และให้นักเรียนบันทึกลงในข้อที่ 4 ในใบกิจกรรมที่ 2

14. ให้นักเรียนสร้างทางเลือกในการที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำ และเน้นให้นักเรียนระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาให้ครอบคลุมทั้งในระดับบุคคล นักสังคม และสิ่งแวดล้อม โดยให้นักเรียนบันทึกลงในข้อที่ 5 ในใบกิจกรรมที่ 2 และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือกที่นักเรียนได้สร้างขึ้น ว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยอะไรบ้าง และจุดเด่น จุดด้อยนั้นส่งผลกระทบต่อระดับบุคคล นักสังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร โดยให้นักเรียนบันทึกลงในข้อที่ 6 ในใบกิจกรรมที่ 2

15. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกทางเลือกที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหามา 1 ทางเลือก พร้อมกับสร้างเกณฑ์ประเมินในแต่ละทางเลือกและเขียนลงในใบกิจกรรมข้อที่ 7 และให้นักเรียนบันทึกการตัดสินใจของกลุ่มตนเองลงในข้อที่ 8 ในใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าทางเลือกที่นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกนั้น เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตัดสินใจเลือก และทางเลือกของนักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ดังกล่าวได้อย่างไร และทางเลือกที่นักเรียนตัดสินใจเลือกนั้นสามารถเป็นทางเลือกที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล นักสังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร โดยให้นักเรียน

บันทึกลงในข้อที่ 9 ในใบกิจกรรมที่ 2 เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing)

16. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นเรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้หาข้อมูลมาสนับสนุนทางเลือกที่นักเรียนจะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาของกลุ่มตนเอง โดยการสืบค้นข้อมูลนั้นนักเรียนสามารถสืบค้นหาข้อมูลที่ได้อย่างเปิดกว้างและข้อมูลต้องเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับเนื้อหาทางด้านเทคโนโลยีดีเอ็นเอว่ามีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบต่อในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

17. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มในสิ่งที่สมาชิกกลุ่มแต่ละคนได้ช่วยกันสืบค้นหาข้อมูลมา จากนั้นให้นักเรียนหาข้อสรุปกันภายในกลุ่มถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยครูเน้นให้นักเรียนหาแนวทางที่สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

18. เมื่อนักเรียนบันทึกข้อมูล และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การปรับแต่งจีโนมพืช (Genome editing) เสร็จเรียบร้อยครบทุกกลุ่มแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บใบกิจกรรมที่ 2 ของกลุ่มตนเองไว้เพื่อนำไปใช้ทำกิจกรรมการนำเสนอข้อมูลในคาบเรียนถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (60 นาที)

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอกับนักเรียน และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิมของตนเองจากคาบเรียนที่แล้ว

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อสรุปทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหานั้นที่นักเรียนได้บันทึกไว้ในข้อที่ 9 ในใบกิจกรรมที่ 2 ลงในกระดาษขรุขระ หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ แบ่งปันข้อมูลวิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองกลุ่มละ 5 นาที โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองว่าสามารถช่วยส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นได้อย่างไร จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งคำถาม

3. หลังจากการนำเสนอครบทุกกลุ่ม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอจุดเด่นจุดด้อยในวิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มอื่น ๆ และให้นักเรียนได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นว่าจุดเด่นและจุดด้อยของวิธีแก้ปัญหานั้นส่งผลถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างไรบ้าง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนวิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองว่าจะแก้ไขหรือไม่ พร้อมกับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมกลุ่มนักเรียนจึง เลือก / ไม่เลือก ปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเอง และสุดท้ายแล้ววิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นสามารถนำมาใช้

ในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอแล้วสามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นได้อย่างไร และให้นักเรียนบันทึกการทบทวนวิธีการแก้ไขปัญหาของกลุ่มตนเองลงในข้อที่ 10 ในใบกิจกรรมที่ 2 โดยครูใช้ใบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ กับนักเรียนหลังจากจบการทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

4. ครูสรุปความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่มหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมกับให้นักเรียนหาข้อสรุปร่วมกันว่าวิธีการแก้ไขปัญหาในประเด็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอของกลุ่มได้สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดีที่สุด จากวิธีการแก้ไขปัญหาทั้งหมดให้นักเรียนทั้งห้องตัดสินใจ และโหวตวิธีการแก้ปัญหามา 1 วิธีเท่านั้นเพื่อเป็นข้อสรุปของห้องเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอในรูปแบบของชิ้นงานเพื่อนำข้อมูลไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่น ๆ ในสังคม เช่น โปสเตอร์ แผ่นพับ ใบความรู้ เป็นต้น

9. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

9.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

9.2 ใบความรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรม (Genetic engineering)

9.3 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์

9.4 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

9.5 อินเทอร์เน็ต

9.6 คลิปวิดีโอ กบนอกกะลา ตอน กว่าที่จะเป็นน้ำมันถั่วเหลือง ช่วงที่ 1/4:

<https://www.youtube.com/watch?v=OQluEqZy78>

9.7 ประเด็นข่าว เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ :

<https://www.youtube.com/watch?v=qe7heAB3KK8>

10. การวัดและการประเมินผล

10.1 ตารางการวัดผลประเมินผล

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้			
1) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพันธวิศกรรมและขั้นตอนของเทคนิคพันธวิศกรรมได้	การเขียนอธิบายความหมายและขั้นตอนของเทคนิคพันธวิศกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	ถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเอนไซม์ตัดจำเพาะและการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะได้	การเขียนอธิบายเกี่ยวกับเอนไซม์ตัดจำเพาะ และการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะ	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	ถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3) นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปขั้นตอนการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ได้	การเขียนอธิบายการสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	ถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4) นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียและโดยเทคนิคพอร์เมอเรสเซนรีแอกชันได้	การเขียนขั้นตอนการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียและโดยเทคนิคพอร์เมอเรสเซนรีแอกชัน	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างดีเอ็นเอ รีคอมบิแนนท์	ถูกต้องตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์			
1. นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ในระดับดี โดยนักเรียนมีพฤติกรรมในการตัดสินใจ ดังนี้			ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนสามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้	การเขียนระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
- นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นหาข้อมูลในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับ	การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาจากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
สถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้			
- นักเรียนสามารถสร้างทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้	การเขียนสร้างทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้อย่างหลากหลาย	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
- นักเรียนสามารถพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือกได้	การเขียนข้อมูลทั้งจุดเด่นและจุดด้อยเกี่ยวกับประเด็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
- นักเรียนสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้	การเขียนเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
- นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอได้	การอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหาในประเด็นถั่วเหลืองจีเอ็มโอจากการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดภายในกลุ่ม	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
- นักเรียนสามารถแบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับประเด็นในสังคมที่มี	การนำเสนอผลวิธีการแก้ไขปัญหาในประเด็นถั่วเหลืองจากการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	

การวัดและประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่ว เหลืองจีเอ็มโอโดยตรง คำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีใน ระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อมได้			
8) นักเรียนสามารถทบทวน การตัดสินใจของตนเองใน การเลือกแนวทางการแก้ไข ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นใน สังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ข่าวเรื่อง ถั่ว เหลืองจีเอ็มโอพร้อมให้ เหตุผลได้	การตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมใน ห้องเรียน	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ	
คุณลักษณะ (A)			
1) การร่วมแสดงความ คิดเห็นและยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่นและทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน	แบบประเมินการลงความ คิดเห็น และความ กระตือรือร้นในการ ทำงาน	ผ่านเกณฑ์ระดับดี ขึ้นไป
2) นักเรียนทำงานด้วยความ ตั้งใจและทำงานเสร็จทัน ภายในเวลาที่กำหนด	สังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดี ขึ้นไป

10.2 ผู้ประเมิน

ครูผู้สอน นักเรียน ผู้ปกครอง อื่น ๆ

10.3 การประเมินวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้ จากการสืบค้นหาข้อมูลจากใบความรู้ และอินเทอร์เน็ต
นอกเหนือจากการอ่านหนังสือเรียนเพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2
2. มุ่งมั่นในการทำงาน จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 ด้วยความตั้งใจ
ส่งใบกิจกรรมครบ และทันภายในเวลาที่กำหนด

10.4 การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร จากการทำงานอภิปรายและตอบคำถาม
ในชั้นเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่มและนักเรียนกลุ่มอื่นในชั้นเรียน
2. ความสามารถในการคิด จากการใช้วิธีแก้ไขปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา จากการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาใน
ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม
และสิ่งแวดล้อม



ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

ใบกิจกรรม ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

กิจกรรมที่ 2 : ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องเกี่ยวกับสถานการณ์ข้าวถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ข้าวถั่วเหลือง GMO และตอบคำถามลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาคือดีที่สุดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างอิสระ

ชื่อกลุ่ม.....

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
2. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
3. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
4. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
5. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
6. ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

สถานการณ์ : พบสารเคมีตกค้างในถั่วเหลืองจีเอ็มโอ

เตือน“ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” พบสารตกค้างก่อโรคร้าย



อ่านต่อเพิ่มเติม

ที่มา: <https://www.activistpost.com/2015/07/study-indicates-gmo-soy-produces-excess.html>

**“ไกลโฟเสท” สารปราบวัชพืชตกค้างใน “ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” ก่อโรคร้ายถึง 22 โรค
เมื่อเป็นเช่นนี้คงต้องทบทวนใหม่ การรับประทาน “ถั่วเหลือง” ดีต่อสุขภาพ
จริง ๆ แล้วเป็นเช่นนั้นหรือไม่**

อย่างที่ทราบกันดีว่า “ถั่วเหลือง” เป็นอาหาร “ซูเปอร์ฟู้ด” ของเหล่าบรรดาคณรักสุขภาพ เพราะมีคุณประโยชน์มากมาย แต่วันนี้ขอเอ่ยถึงในมุมที่ต่างกันบ้าง เนื่องจากมีงานวิจัยจากสหรัฐอเมริกาพบ “ไกลโฟ-เสท” สารปราบวัชพืชตกค้างใน “ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” ก่อให้เกิดโรคร้ายต่อมนุษย์ถึง 22 โรค เผยแพร่ไปทั่วโลก เมื่อเป็นเช่นนี้ เราคงต้องกลับมาคิดทบทวนใหม่ ว่าการรับประทาน “ถั่วเหลือง” ที่คิดว่าดีต่อสุขภาพ จริง ๆ แล้วมันเป็นเช่นนั้นหรือไม่ โดย นพ.สมนึก ศิริพานทอง กรรมการสมาคมเซลล์บำบัดไทย ให้ความรู้ ว่า “ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” เป็นพืชที่ไม่มีอันตราย ถูกตัดแต่งพันธุกรรมให้มีความคงทนต่อสาร “ไกลโฟเสท” แต่มันจะดูดสารเคมีดังกล่าวเข้าไปในตัวเนื้อถั่วเหลือง ทำให้ปนเปื้อนสารเคมีเข้าไปในห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ และเกิดโรคต่าง ๆ ตามมา

แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้มีรายงานจากมูลนิธิเพื่อผู้บริโภคว่า อันตรายต่อสุขภาพที่พบว่าอาจเกิดขึ้นได้จากการบริโภคอาหารจีเอ็มโอ คือ โรคมะเร็งแพ้ เช่น ในอเมริกาเคยมีกรณีคนที่แพ้บราซิลนัท แล้วมากินถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มียีน ของบราซิลนัทอยู่โดยไม่รู้ว่าจะเกิดอาการแพ้ถั่วเหลืองนั้นทันที

นอกจากนี้การใส่ยีนแปลกปลอมที่ไม่เคยมีมาก่อนเข้าไปอาจก่อให้เกิดโปรตีนพิษชนิดใหม่ที่ร่างกายไม่รู้จักและกระตุ้นให้เกิดโรคมะเร็งได้

นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังเป็นห่วงว่าจีเอ็มโออาจกระตุ้นให้ร่างกายต้องยาปฏิชีวนะ เนื่องจากในการผลิตจีเอ็มโอต้องใส่สารต้านทานยาปฏิชีวนะเข้าไป เพื่อให้ตรวจสอบได้ว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ สมาคมแพทยอังกฤษเห็นพ้องต้องกันว่าไม่ให้ใช้สารต้านทานยาปฏิชีวนะในจีเอ็มโอ ในสหภาพยุโรปออกกฎหมายห้ามใช้สารต้านทานยาปฏิชีวนะซึ่งจะมีผลบังคับใช้ ตั้งแต่ ปี 2547 แต่พืชจีเอ็มโอที่นำมาผลิตเป็นอาหารอยู่ในท้องตลาดขณะนี้ยังคงมีสารต้านทานยาปฏิชีวนะเป็นส่วนประกอบอยู่ รายงานเรื่อง "พืชจีเอ็มโอเพื่อใช้ในอาหารกับสุขภาพมนุษย์ (ฉบับปรับปรุง)" ของราชสมาคมอังกฤษเตือนไว้ว่า เด็กทารกเป็นกลุ่มที่เสี่ยงสูงสุดต่อการกินอาหารจีเอ็มโอเพราะร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่ำ

ประเทศไทยนำเข้า “ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” ในปริมาณสูงเพื่อใช้ทำ “น้ำมันถั่วเหลือง” และ “อาหารสัตว์” ขณะเดียวกันเมื่อไม่กี่เดือนที่ผ่านมาประเทศจีนมีการตื่นตัวจากงานวิจัยนี้ เพราะเป็นประเทศที่กิน “ถั่วเหลือง” จำนวนมาก จึงตรวจสอบ “ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ” นำเข้า พบ “สารไกลโฟเสท” ตกค้างจริง รวมทั้งตรวจสอบในน้ำมันถั่วเหลืองและซีอิ๊วขาวก็พบสาร “ไกลโฟเสท” ตกค้างเช่นกัน ทำให้ทราบว่าคุณห่วงใยอาหารของมนุษย์ถูกสารไกลโฟเสทแทรกซึมเข้าไปหมดแล้ว

ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกยังได้ทำหนังสือส่งไปยังรัฐบาลจีนขอให้ควบคุมการผลิตสาร “ไกลโฟเสท” เพราะเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดในโลก รวมทั้งองค์การอนามัยโลกออกมายอมรับด้วยว่าเป็นสารที่เพิ่มปัจจัยเสี่ยงเป็นมะเร็ง เพราะพบผู้ป่วยมะเร็งจากสารตัวนี้

สำหรับประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้ออกมาชี้แจงว่า “สารไกลโฟเสท” เป็นสารปราบวัชพืชชนิดดูดซึมที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย สามารถตกค้างในพืชได้ และให้ข้อมูลจากองค์การไอซ่าว่าถั่วเหลืองที่ตัดแปรพันธุกรรมแล้ว มี 32 สายพันธุ์ ด้านสารไกลโฟเสท 16 สายพันธุ์

พร้อมทั้งแนะนำประชาชนว่าก่อนซื้อควรสังเกตฉลากอาหาร หากมีส่วนประกอบของถั่วเหลืองตัดแปรพันธุกรรมในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 5 ของน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์นั้นจะแสดงข้อความกำกับว่า “อาหารตัดแปรพันธุกรรม”

ที่มา: ข่าวออนไลน์ เดลินิวส์. เผยแพร่ 30 เมษายน 2559.

<https://www.dailynews.co.th/article/394674>

1. จากสถานการณ์ข้างต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคนัก สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กร ใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. จากปัญหาที่ได้ระบุมามาก่อน นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล

5. นักเรียนจะมีแนวทางในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากข้อที่ 4 มาแก้ปัญหอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนแนวทางที่เป็นไปได้มา 3 ข้อ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. จากการพิจารณาในข้อที่ 9 นักเรียนต้องการที่จะปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด



ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรม

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของของใบกิจกรรม

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการ ตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
3	ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจาก ประเด็นหรือปัญหาทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	เก็บรวบรวมข้อมูล จากการ สืบค้นข้อมูลหรือ พยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่ง นำไปใช้ในการสร้าง คำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็น แนวทางในการแก้ไขประเด็น หรือปัญหาที่ได้รับ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อย ของแต่ละทางเลือก จากการ เปรียบเทียบแนวทางในการ แก้ไขปัญหาในแต่ละ ทางเลือก และพิจารณาถึง ผลที่ตามมาของแต่ละ ทางเลือก	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการ ตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
7	สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	ตัดสินใจเลือกทางเลือก จาก การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้นและจาก พยานหลักฐาน โดยนักเรียน จะต้องมีเหตุผลในการเลือก ตัดสินใจ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการ แก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	ทบทวนการตัดสินใจแนว ทางการแก้ไขปัญหา พร้อม ให้เหตุผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

สรุปแบบประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรม เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ ทั้ง 8 ข้อ มีค่า
ดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

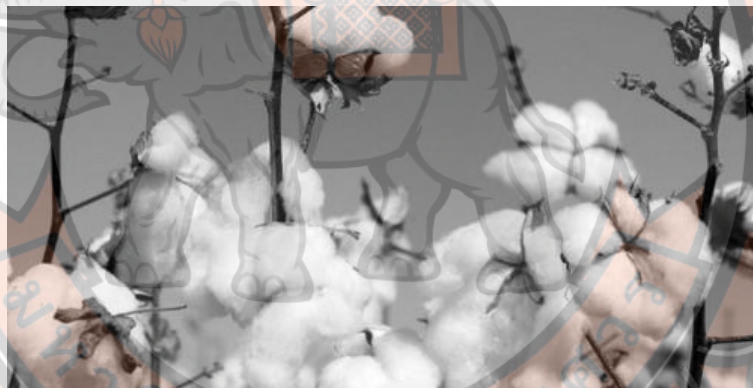
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการ
ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

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

สถานการณ์ : นักวิจัยพบหลักฐาน "หนอนเจาะสมอฝ้าย" กระจายพันธุ์ด้านพืชปีที่ในฝ้ายจีเอ็มโอเป็น
ครั้งแรกที่สหรัฐฯ หลังเฝ้าติดตามมาหลายปี เป็นสัญญาณบ่งบอกฝ้ายปีที่แก้ปัญหาหนอนเจาะเริ่ม
ใช้ไม่ได้ผล เตรียมค้นหาต่อว่ามีสายพันธุ์อื่นหรือด้านทานพืชปีที่อีกชนิดด้วยหรือไม่

จีเอ็มโอก็เอาไม่อยู่ !! พบหนอนกลายเป็นพันธุ์ด้าน "ฝ้ายปีที่"



ที่มา: <http://www0.tint.or.th/nkc/nkc54/content-01/nstkc54-101.html>

กังวลกันมานานว่าการปลูกพืชตัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอในธรรมชาติจะส่งผล
ต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร ในที่สุดที่นักวิจัยก็พบหลักฐานครั้งแรกจากการกลายเป็นพันธุ์
ของหนอนเจาะสมอฝ้ายเพื่อให้มีความต้านทานต่อสารพิษจากฝ้ายตัดแปลงพันธุกรรม
ในไร่ฝ้ายปีที่กว่า 12 แห่งในสหรัฐอเมริกา

ทีมนักกีฏวิทยาและผู้เชี่ยวชาญด้านการดื้อยาของแมลงศัตรูพืชจากมหาวิทยาลัยแห่งรัฐ
แอริโซนา (University of Arizona) เฝ้าติดตามศึกษาแมลงศัตรูพืชในพื้นที่เพาะปลูกฝ้ายและ
ข้าวโพดตัดแปลงพันธุกรรม โดยเก็บตัวอย่างหนอน 6 ชนิดที่เป็นศัตรูหลักของพืชดังกล่าวและเป็น
เป้าในการป้องกันแมลงศัตรูของพืชปีที่ จากในออสเตรเลีย จีน สเปน และสหรัฐฯ มาศึกษาใน

ห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ปี 2546-2549 ซึ่งเริ่มขึ้นหลังจากมีการเพาะปลูกพืชบีทีเชิงพาณิชย์ไปแล้ว 7 ปี ในที่สุดก็พบข้อมูลการกลายพันธุ์ของหนอนเจาะสมอฝ้าย (bollworm) ชนิด เฮลิโคเวอร์ปา ซี (*Helicoverpa zea*) ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้มาจากแปลงปลูกฝ้ายจีเอ็มโอด้านทานหนอนเจาะสมอฝ้าย หรือฝ้ายบีที (Bt cotton) 12 แห่ง ในมลรัฐมิสซิสซิปปีและอาร์คันซอ

"นี่เป็นกรณีแรกที่พบการปรับตัวของแมลงศัตรูพืชในธรรมชาติเพื่อให้ทนทานต่อพืชจีเอ็มโอ ซึ่งทางเราก็ก็น่าติดตามพัฒนาการของแมลงอย่างต่อเนื่อง" บรูซ ทาบาซนิค (Bruce Tabashnik) หัวหน้าทีมวิจัยกล่าว หนอนเจาะสมอฝ้ายกลายพันธุ์ที่พบนี้มีการปรับตัวให้สามารถต้านทานต่อสารพิษบีทีชนิด *Cry1Ac* ในฝ้ายบีที ซึ่งในธรรมชาติสารพิษชนิดนี้ถูกสร้างขึ้นโดยแบคทีเรีย บาซิลลัส ทูริงจิคเอนซิส หรือบีที (*Bacillus thuringiensis*: Bt) มีฤทธิ์ฆ่าหนอนแมลงบางชนิดได้โดยธรรมชาติ และนักวิทยาศาสตร์นำยีนควบคุมการสร้างสารพิษบีทีจากแบคทีเรียไปตัดต่อใส่พืชบางชนิดเพื่อให้ทนทานต่อแมลงศัตรูพืช โดยฝ้ายบีทีช่วงแรกที่ผลิตออกมา เป็นฝ้ายบีทีชนิดที่สร้างสาร *Cry1Ac* ได้เพียงอย่างเดียว แต่ฝ้ายบีทีรุ่นหลังจากนั้นสร้างสารพิษบีทีได้ทั้งชนิด *Cry1Ac* และ *Cry2Ab* "แสดงว่าพืชจีเอ็มโอด้านทานแมลงศัตรูเริ่มใช้ไม่ได้ผลกับหนอนแมลงที่มีความรู้สึกลัว ในทำนองเดียวกัน เมื่อคุณใช้ยาฆ่าแมลงกำจัดแมลงศัตรูพืชทั้งหลาย ก็จะมีประชากรแมลงบางส่วนสามารถปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดได้ ยาฆ่าแมลงชนิดนั้นก็ใช้ไม่ได้ผลอีกต่อไป" ทาบาซนิคกล่าว

อย่างไรก็ดี นักวิจัยพบหนอนเจาะสมอฝ้ายชนิดนี้เท่านั้นที่กลายพันธุ์ ยังไม่พบการกลายพันธุ์ของหนอนแมลงชนิดอื่น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าหนอนเจาะสมอฝ้าย เฮลิโคเวอร์ปา ซี กลายพันธุ์ไปแล้วทั้งหมด ซึ่งผลการพิสูจน์นี้ยังได้แย้งสิ่งที่นักวิชาการเคยคาดการณ์เอาไว้ว่าหนอนแมลงเหล่านี้จะกลายพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อพืชบีทีได้ภายในช่วงเวลา 2-3 ปีหลังจากที่เริ่มเพาะปลูก ทั้งนี้หนอนเจาะสมอฝ้าย เฮลิโคเวอร์ปา ซี เป็นศัตรูตัวฉกาจของฝ้ายที่ปลูกแถบตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐฯ รวมถึงรัฐเท็กซัส ทว่าไรฝ้ายในรัฐแอริโซนากลับมีหนอนอีกชนิดหนึ่งคือ เจาะสมอสีชมพู (pink bollworm) หรือ เพคทีโนโฟรา กอสซี-ฟีลลา (*Pectinophora gossypiella*) ยังไม่พบการกลายพันธุ์แต่อย่างใด และจากข้อมูลของนักวิจัยก็ยังพบว่าพื้นที่เพาะปลูกฝ้ายบีทีในรัฐแอริโซนาช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

ส่วนเหตุที่พบการกลายพันธุ์ของหนอนเจาะสมอฝ้ายล่าช้ากว่าที่เคยคาดไว้ อาจเป็นเพราะพื้นที่เพาะปลูกฝ้ายสายพันธุ์ปกติที่อยู่ใกล้กับไร่ฝ้ายบีทีเป็นแหล่งปกป้องไม่ให้หนอนกลายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี และโดยปกติหนอนแมลงเกิดใหม่จะมีคุณสมบัติต้านทานต่อพืชบีทีได้จะต้องเกิดจากพ่อแม่ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวด้วยกันทั้งคู่ สิ่งนี้นักวิจัยจะทำต่อไปคือหาวิธีกำจัดหนอน

3. นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กร ไດบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากปัญหาที่ได้ระบุมารข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวในเรื่องใดบ้าง

ความรู้	เหตุผล

7. ให้นักเรียนสร้างเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. แนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

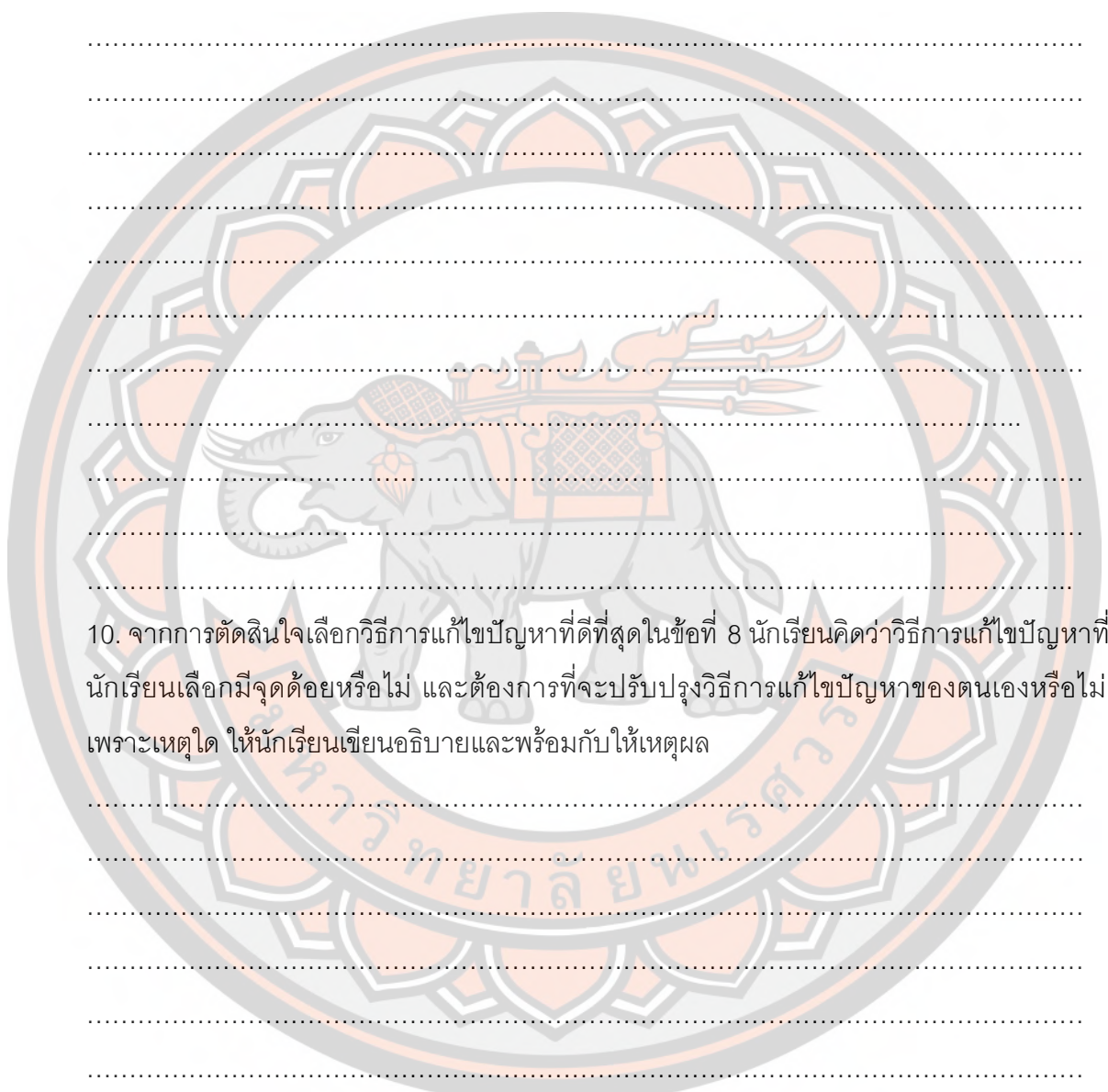


9. วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวช่วยส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของผู้บริโภค สังคม และสิ่งแวดล้อมหรือไม่
อย่างไรให้นักเรียนเขียนอธิบายและพร้อมกับการให้เหตุผล

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

10. จากการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาคือวิธีที่ดีที่สุดข้อที่ 8 นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ไขปัญหานั้น
นักเรียนเลือกมีจุดด้อยหรือไม่ และต้องการที่จะปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหของตนเองหรือไม่
เพราะเหตุใด ให้นักเรียนเขียนอธิบายและพร้อมกับการให้เหตุผล

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



**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
1. การระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม		
1.1 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับบุคคล	- ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับบุคคลได้	0
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับบุคคลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับบุคคลได้ถูกต้อง	2
1.2 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียในระดับสังคม	- ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับสังคมได้	0
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับสังคมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
1.3 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียในระดับสิ่งแวดล้อม	- ไม่สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับสิ่งแวดล้อมได้	0
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ - ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็นข่าวฝ่ายปีที่ในระดับสิ่งแวดล้อมได้เพียงบางส่วน	1

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	คะแนน
	- สามารถระบุผู้ที่มีส่วนได้ – ส่วนเสียที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งในประเด็น ข่าวฝ่ายบีที่ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	2
	รวม	6
2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ หมายเหตุ : จะต้องเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องใน 4 ด้าน ดังนี้ 2.1 ด้านพันธุศาสตร์และ เทคโนโลยีดีเอ็นเอ 2.2 ด้านบุคคล 2.3 ด้านสังคม 2.4 ด้านสิ่งแวดล้อม	- ไม่สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ได้	0
	- สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ถูกต้อง 1 ด้าน	1
	- สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ได้ถูกต้อง 2 ด้าน	2
	- สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ได้ถูกต้อง 3 ด้าน	3
	- สามารถระบุข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ได้ถูกต้อง 4 ด้าน	4
3. การสร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ หมายเหตุ: - ทางเลือกจะต้องเป็นทางเลือกที่เป็นการปฏิบัติทางบวก มีคุณธรรม จริยธรรม - ทางเลือกต้องมีความชัดเจนและสอดคล้องกับปัญหาหรือความขัดแย้ง		
3.1 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล	- ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับบุคคลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับบุคคลได้ถูกต้อง	2

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับคะแนน
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	
3.2 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคม	- ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับสังคมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับสังคมได้ถูกต้อง	2
3.3 ระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อม	- ไม่สามารถระบุทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
	- สามารถระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นข่าวฝ่ายบีที่ในระดับสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง	2
รวม		6
4. การพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละทางเลือกที่สร้างขึ้นในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม		
4.1 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับบุคคล	- ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	- สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ คะแนน
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	
4.2 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสังคม	- ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	- สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2
4.3 ระบุจุดเด่นและจุดด้อยในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับสิ่งแวดล้อม	- ไม่สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้	0
	- สามารถระบุจุดเด่นหรือจุดด้อยของทางเลือกได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	1
	- สามารถระบุจุดเด่นและจุดด้อยของทางเลือกได้ครบถ้วน	2
รวม		6
5. การสร้างเกณฑ์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	- ไม่มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ชัดเจน	0
	- มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือก ไม่ชัดเจนและไม่สมเหตุผล	1
	- มีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกทางเลือก ที่มีความชัดเจนและเป็นเหตุเป็นผล	2
6. การตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งจากประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์		
หมายเหตุ: - ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คิดว่าดีที่สุด - ทางเลือกจะต้องเป็นทางเลือกที่เป็นการปฏิบัติทางบวก มีคุณธรรม จริยธรรม		
6.1 มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจ และสามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจได้	- ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือก และให้เหตุผลในการตัดสินใจได้	0
	- สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้ ไม่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจและไม่สามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจได้	1

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ คะแนน
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	
<p>หมายเหตุ :</p> <p>มีการให้เหตุผลที่ส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>	<p>- สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกได้ มีความสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจและสามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจได้</p>	2
<p>6.2 มีความสอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p> <p>หมายเหตุ :</p> <p>- ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล คือ จะต้องเป็นทางเลือกที่ส่งเสริมสุขภาพที่ดีทั้งทางร่างกายและจิตใจ รวมไปถึงการดูแลสุขภาพของบุคคลทั้งในด้านของโภชนาการและความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย</p> <p>- ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับสังคม คือ ทางเลือกที่เป็นแนวทางการปฏิบัติในฐานะพลเมืองของสังคมในการมีส่วนร่วมพัฒนาสังคม ผู้การมีสังคมที่มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นตามมารวมถึงสภาพเศรษฐกิจที่ดีของสังคม</p> <p>- ทางเลือกที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่</p>	<p>- ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ้ายปี้ที่ ที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>- สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ้ายปี้ที่ ที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ 1 ด้าน</p> <p>หมายเหตุ : ด้านใดด้านหนึ่งจากด้านบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p> <p>- สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ้ายปี้ที่ ที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน</p> <p>หมายเหตุ : 2 ด้านใดก็ได้จากด้านบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม</p> <p>- สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ้ายปี้ที่ ที่สอดคล้องกับความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 3 ด้าน</p>	0
		1
		2
		3

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ คะแนน
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	
<p>ที่ดีขึ้นในระดับสิ่งแวดล้อม</p> <p>คือ การดำเนินงานต่อ</p> <p>ทรัพยากรธรรมชาติและ</p> <p>สิ่งแวดล้อมอย่างมี</p> <p>ประสิทธิภาพ การกระทำ</p> <p>ที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อ</p> <p>สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด</p> <p>เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติ</p> <p>และสิ่งแวดล้อมสามารถ</p> <p>เอื้อประโยชน์กับมนุษย์</p> <p>อย่างไม่ขาดแคลนและ</p> <p>ใช้ได้ตลอดไป</p>		
	รวม	5
<p>7. การแบ่งปันข้อมูล สะท้อน</p> <p>ผล และประเมินทางเลือกแนว</p> <p>ทางการแก้ไขปัญหาของ</p> <p>ทางเลือกอื่น ๆ</p> <p>หมายเหตุ :</p> <p>ต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีใน</p> <p>ระดับบุคคล สังคม และ</p> <p>สิ่งแวดล้อม</p>	- ไม่สามารถสะท้อนผล ประเมินทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐานที่มีเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ่ายบีทีได้	0
	- สามารถสะท้อนผล และประเมินทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐานที่มีเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ่ายบีทีได้เพียงบางส่วน	1
	- สามารถสะท้อนผล และประเมินทางเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลจากพยานหลักฐานที่มีเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ่ายบีทีได้สมบูรณ์	2
<p>8. การทบทวนการตัดสินใจ</p> <p>แนวทางการแก้ไขปัญหา</p>	- ไม่มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที หรือไม่ และไม่สามารถให้เหตุผลได้	0
	- มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นข่าวฝ่ายบีที หรือไม่ และให้เหตุผลได้เพียงบางส่วน	1

แนวทางการประเมินความสามารถในการตัดสินใจ		ระดับ คะแนน
ประเด็นการประเมิน	รายละเอียด	
	- มีการทบทวนการตัดสินใจว่าต้องการปรับปรุง แนวทางการแก้ไขปัญหากับประเด็นข่าวฝ่าย บีที หรือไม่ และให้เหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วน	2



**เกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์**

(คะแนนเต็ม 33 คะแนน)

คะแนน	ร้อยละโดยรวมจากระดับความรู้ ทั้ง 3 ระดับ	แปลผล
1 - 17 คะแนน	ถ้าได้ <50% ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุงเร่งด่วน
18 - 20 คะแนน	ถ้าได้ 50% - 59 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ระดับปรับปรุง
21 - 23 คะแนน	ถ้าได้ 60% - 69 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง
24 - 27 คะแนน	ถ้าได้ 70% - 79 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ระดับดี
28 - 33 คะแนน	ถ้าได้ 80% - 100 % ของคะแนนเต็ม	เป็นผู้มีความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ระดับดีมาก

**แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจ
ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมหรือไม่ โดยพิจารณาความหมายของความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในประเด็นหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคมเกี่ยวกับเรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินทางเลือกโดยใช้ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์และร่วมกันพิจารณาถึงผลที่ตามมา คำนึงถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกนำไปสู่การร่วมกันตัดสินใจ โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ซึ่งนักเรียนมีพฤติกรรมการตัดสินใจ ดังนี้

1. ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
2. เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง
3. สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ
4. พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละทางเลือก จากการเปรียบเทียบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือก
5. สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือก
6. ตัดสินใจเลือกทางเลือก จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐาน โดยนักเรียนจะต้องมีเหตุผลในการเลือกตัดสินใจ
7. แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม
8. ทบทวนการตัดสินใจแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมให้เหตุผล

ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

รายการข้อคำถาม	ความสามารถในการตัดสินใจ ในประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ : นักวิจัยพบหลักฐาน "หนอนเจาะสมอฝ้าย" กลายพันธุ์ด้านพิษบีทีในฝ้ายจีเอ็มโอเป็นครั้งแรกที่สหรัฐอเมริกา หลังเฝ้าติดตามมาหลายปี เป็นสัญญาณบ่งบอกฝ้ายบีทีแก้ปัญหาหนอนเจาะเริ่มใช้ไม่ได้ผล					
คำถามข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่า บุคคล/องค์กรใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว	ข้อที่ 1 ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเด็นหรือปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ				
คำถามข้อที่ 4 จากปัญหาที่ได้ระบุมานี้ข้างต้น นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวในเรื่องใดบ้าง	ข้อที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นหาข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง				
คำถามข้อที่ 5 นักเรียนจะมีแนวทางในการนำข้อมูลจากข้อที่ 4 มาแก้ปัญหาอย่างไร (ให้นักเรียนเขียนแนวทางที่เป็นไปได้มา 3 ข้อ)	ข้อที่ 3 สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาที่ได้รับ				

ภาคผนวก ช ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการ
ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการ
ตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์
และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการ ตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
3	ระบุผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจาก ประเด็นหรือปัญหาทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	เก็บรวบรวมข้อมูล จากการ สืบค้นข้อมูลหรือ พยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่ง นำไปใช้ในการสร้าง คำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็น แนวทางในการแก้ไขประเด็น หรือปัญหาที่ได้รับ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	พิจารณาจุดเด่นและจุดด้อย ของแต่ละทางเลือก จากการ เปรียบเทียบแนวทางในการ แก้ไขปัญหาในแต่ละ ทางเลือก และพิจารณาถึง ผลที่ตามมาของแต่ละ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ ที่	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการ ตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
6	ทางเลือก และพิจารณาถึง ผลที่ตามมาของแต่ละ ทางเลือก	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	สร้างเกณฑ์การประเมินของ แต่ละทางเลือก	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8	ตัดสินใจเลือกทางเลือก จาก การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้นและจาก พยานหลักฐาน โดยนักเรียน จะต้องมีเหตุผลในการเลือก ตัดสินใจ	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการ แก้ไขปัญหาของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ ดีในระดับบุคคล สังคม และ สิ่งแวดล้อม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	ทบทวนการตัดสินใจแนว ทางการแก้ไขปัญหา พร้อม ให้เหตุผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

สรุปแบบประเมินความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ทั้ง 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

ภาคผนวก ช แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และ
สิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พันธุ
ศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

คาบที่..... เวลา..... น. วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
รหัสวิชา ว30244 ชื่อรายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธุวิศวกรรม เวลา 4 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกการสะท้อนผล เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยา
อย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อนผล
การจัดการเรียนรู้ของตนเอง
2. ขอให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนว่าเหมาะสม
หรือไม่ ต่อการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมถึงบันทึก
จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขของแต่ละขั้น

ผู้ร่วมสังเกต

ครูสอนวิชาชีววิทยา

ผู้วิจัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม มี 3 ชั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 ชั้นแสดงออกความคิดที่ชัดเจนต่อประเด็นปัญหา (Student Reflect)

1.1 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการ
จัดการเรียนรู้

- ประเด็นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ / สถานการณ์ที่ใช้

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- สื่อที่ใช้

มีความน่าสนใจ / เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.2 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ข่าวส่งเสริมให้นักเรียน

ได้ ไม่ได้ แสดงความคิดเห็นของตนเองถึงผลดีและผลเสียที่
เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.3 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

.....

.....

.....

1.4 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

.....

.....

.....

1.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ความคิด (Teacher Teaches)

2.1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงแนวคิดและหลักการทางพันธุศกรรมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

- รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

- สื่อที่ใช้

เหมาะสม ปรับเปลี่ยน

- การจัดกิจกรรมของผู้สอน

มีความน่าสนใจ ปรับเปลี่ยน

.....

 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.2 ผู้วิจัยได้ใช้การสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากสถานการณ์ข่าวส่งเสริมให้นักเรียน

- ได้ ไม่ได้ ระบุผู้ที่มีส่วนได้ – ส่วนเสียจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ได้ ไม่ได้ เก็บรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นข้อมูลหรือพยานหลักฐานที่สำคัญ ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ได้ ไม่ได้ สร้างทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขประเด็นหรือปัญหาจากสถานการณ์ข่าวที่ได้รับได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ได้ ไม่ได้ พิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อยของแต่ละทางเลือก และพิจารณาถึงผลที่ตามมาของแต่ละทางเลือกได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

- ได้ ไม่ได้ สร้างเกณฑ์การประเมินของแต่ละทางเลือกได้
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

- ได้ ไม่ได้ ตัดสินใจเลือกทางเลือกอย่างมีเหตุผล จากการวิเคราะห์
ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและจากพยานหลักฐานได้
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

2.3 ผู้วิจัยได้ใช้การสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากสถานการณ์ข่าวส่งเสริมให้นักเรียน

- ได้ ไม่ได้ ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาประเด็นในสังคมที่
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดี
ในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

2.4 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

.....

.....

.....

2.5 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

.....

.....

.....

2.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการ (Student Practice)

3.1 ผู้วิจัยได้ใช้การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน

- ได้ ไม่ได้ แบ่งปันข้อมูล สะท้อนผล และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหของทางเลือกอื่น ๆ โดยคำนึงถึงความ เป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

- ได้ ไม่ได้ ทบทวนการตัดสินใจแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผล

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

3.2 ผู้วิจัยได้ใช้การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียน

- ได้ ไม่ได้ ตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน ในการนำไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีในระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.3 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

3.4 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

.....

.....

.....

3.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

4. การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนข้างต้นประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง



ประวัติผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวสิมาภรณ์ มณีวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด 26 สิงหาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน 38/1 หมู่ 1 ตำบลวัดแก้ว อำเภอบางแพะ จังหวัดราชบุรี 70160
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2559 วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล

