

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



กุลธิดา ชนาภิมุข

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2561
ลิขสิทธิ์ของเป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ”

ของ นางสาวกุลธิดา ชนาภิมุข

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร)

อนุมัติ

.....

(_____)



ทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรานี นางงาม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย คอยกระตุ้น และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ดร. สุรียา ซาปู้ และคุณครูขวัญ ตาใจ ที่ช่วยตรวจสอบ แก้ไข ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัย ในครั้งนี้ จนทำให้ผลการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มีส่วนในการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คุณครูกาญจนา ธรรมอัน ผู้เป็นครูที่ปรึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของผู้วิจัยที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุด ตลอดจนความช่วยเหลือของนิสิตร่วมทุนที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยนี้

กุลธิดา ชนาภิมุข

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	กุลธิดา ชนาภิมุข
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2560
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม การรู้วิทยาศาสตร์ การเจริญเติบโตของพืชดอก

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 35 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและด้านวิธีการ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ขึ้นสร้างความสนใจ ครูควรใช้สถานการณ์ข่าวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่มีความใกล้ตัวนักเรียน ขึ้นการค้นคว้า ครูควรมีการกำหนดบทบาทสมมติของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้กับนักเรียน เพื่อแบ่งหน้าที่กันในการสืบค้นข้อมูล และการจัดเตรียมเอกสารเพิ่มเติมที่จะใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน ขึ้นระดมความคิด เน้นให้นักเรียนได้มีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้เวลานักเรียนในการทำชิ้นงานอย่างเต็มที่ และขึ้นตัดสินใจ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้โต้แย้งแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่น และการกำหนดประเด็นในการนำเสนอให้ชัดเจน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหา และนักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างวงจร
ปฏิบัติการของนักเรียนที่มีระดับเพิ่มสูงขึ้น



Title USING SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY, AND ENVIRONMENT APPROACH TO PROMOTE THE 11th GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC LITERACY IN TOPIC OF FLOWERING PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

Author Kultida Chanapimuk

Advisor Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ph.D.

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

Academic Paper Thesis M.Ed. in Biology, Naresuan University, 2017

Keywords Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, Scientific literacy, Flowering Plant growth and development

ABSTRACT

The aims of this action research were to study the learning management of Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach in improving scientific literacy and the effect of STSE approach to improve scientific literacy in topic of flowering plant growth and development. The participants were 35 of Sciences and Mathematics program grade 11 students of 2017 academic year. The research instruments consisted of lesson plans using STSE approach, reflective learning management form, PISA – like test and student worksheets. The data were analyzed qualitatively by content analysis and quantitative method, then examine trustworthiness by resource and method triangulations method. The findings showed that the steps of learning management by using STSE approach for promoting scientific literacy that follow as firstly, it is motivation step, students are motivated with the news which associate environmental issues. Secondly, it is exploration step, the teacher should set roleplay of people who are related with the situation for students to explore data and prepare books or learning source for students. Thirdly, it is brainstorming step, students in each group exchange their opinion and take proper time to make their artifact. Finally, it is the decision step, the teacher should engage students to debate on solution of another group and set clearly points in presentation to explain about how to solve the issue. Additionally, the students' scientific

literacy level had progressed after learning through STSE approach according to the increasing of scientific literacy's level during learning management from cycle to cycle.



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.....	12
การรู้วิทยาศาสตร์.....	21
แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม.....	37
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	72
ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ.....	72
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ.....	73
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
รูปแบบการวิจัย.....	76
กลุ่มเป้าหมาย.....	78
บริบทของห้องเรียน.....	79
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	101
ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5.....	101
ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโต ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5.....	125
5 บทสรุป.....	176
สรุปผลการวิจัย.....	176
อภิปรายผลการวิจัย.....	178
ข้อเสนอแนะ.....	188
บรรณานุกรม.....	190
ภาคผนวก.....	198
ประวัติผู้วิจัย.....	241

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	17
2 แสดงระดับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015.....	32
3 แสดงความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	40
4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม.....	52
5 แสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	60
6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	61
7 แสดงการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	63
8 แสดงสรุปสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	67
9 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.....	81
10 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์สมรรถนะ การรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง การเจริญเติบโตของ พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	87
11 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	96
12 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนา การรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.....	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างผลจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และผลจากใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน.....	172
14 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก.....	173
15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโต ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	200
16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	219

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.....	27
2 แสดงมาตรวัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์.....	36
3 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	43
4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	44
5 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988) and Schmuck (2006).....	78
6 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
7 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	103
8 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	104
9 แสดงการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนในระหว่างขั้นการค้นคว้าของนักเรียนใน วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	106
10 แสดงการพัฒนาการออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียนในขั้น การค้นคว้า.....	109
11 แสดงภาพการสร้างชิ้นงานของนักเรียนในขั้นระดมความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	112
12 แสดงชิ้นงานที่แสดงการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง.....	114
13 แสดงภาพนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในขั้นตัดสินใจ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1...	115
14 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	126
15 แสดงระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน.....	127
16 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ใน 3 วงจร...	128
17 แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของแต่ละวงจร.....	128
18 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้าง รูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลในระดับดี.....	130
19 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติงานที่ 1 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้าง รูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลในระดับปานกลาง.....	131

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
20	แสดงชิ้นงานนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายในระดับดี..... 133
21	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายระดับปานกลาง..... 134
22	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายในระดับดีมาก..... 136
23	แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... 140
24	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของนักเรียนระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... 142
25	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... 143
26	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1..... 143
27	แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 146
28	แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 147
29	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 149
30	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2..... 150
31	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 154
32	แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 155

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
33 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	156
34 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	157
35 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	161
36 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดี ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2.....	162
37 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจร ปฏิบัติการที่ 3.....	167

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

สิ่งที่ท้าทายในศตวรรษที่ 21 คือ การสร้างบุคคลที่มีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนอาหาร การควบคุมโรคระบาด การหาพลังงานทดแทน และการปรับตัวต่อภาวะโลกร้อนในอนาคต (UNEP, 2012 as cited in Yalaki, 2016, p. 90) ซึ่งในการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้จะต้องใช้พื้นฐาน การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสรรค์นวัตกรรมที่จะเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (Organisation for Economic Co-operation and ; OECD, 2016a, p. 18) ดังนั้นการเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการแข่งขันในตลาดแรงงานที่สูง เพื่อให้ประเทศสามารถขับเคลื่อนและมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยในการส่งเสริมให้เยาวชนมีความสามารถในการแข่งขันได้นั้นคือ การรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555, น. 1) เนื่องจากการรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตในโลกอย่างรู้เท่าทัน (สสวท., 2560ก, น. 1) หากในชีวิตจริงบุคคลที่ไม่รู้ว่าประเด็นใดเป็นเรื่องทางวิทยาศาสตร์ ก็จะไม่รู้จักวิธีการที่จะเผชิญปัญหา ไม่รู้ว่าต้องใช้ความรู้และความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาอาจทำให้ขาดโอกาสที่จะใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ในการเผชิญปัญหาที่พบในชีวิต (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจนีย์, 2551, น. 66 และ 79) ดังนั้นการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชนในชาติ ย่อมส่งผลให้บุคคลในสังคมนั้นมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งจะทำให้สังคมนั้นมีศักยภาพในการพัฒนาประเทศ ให้มีความเจริญได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 33)

นานาชาติให้ความสำคัญและวางเป้าหมายเกี่ยวกับการศึกษาเพื่อเตรียมกำลังคนให้มีความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของเยาวชน เพื่อให้เกิดการพัฒนาประเทศ โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ที่มีการจัดตั้งโครงการประเมินผลนักเรียน หรือ PISA (Program for International Student Assessment) เพื่อตรวจสอบและประเมินเป้าหมายดังกล่าวว่า ประเทศต่างๆ ได้เตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนอายุ 15 ปี ในการใช้ชีวิตจริงหลังจากการศึกษาระดับมัธยมศึกษาได้ดีเพียงใด โดยทำการ

ประเมินความสามารถของนักเรียนอายุ 15 ปีในการใช้ความรู้และทักษะ เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า การรู้เรื่อง (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สสวท., 2559ก, น. 2; สสวท., 2560ก, น. 1) โดยในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดทักษะ พื้นฐานที่นักเรียนควรแสดงได้ คือ นักเรียนจะต้องสามารถใช้ความรู้พื้นฐานในการสร้างเป็นปัญหา หรือคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ สรุปสิ่งเหล่านั้น พร้อมทั้งอธิบายปรากฏการณ์ที่พบเห็น ในชีวิตประจำวันนั้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องใช้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์สำคัญ 3 สมรรถนะ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ (Smith et al., 2012 อ้างถึงใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559, น. 10) ซึ่งจากผลการประเมิน จะสามารถแบ่งระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้ 7 ระดับ เริ่มจากระดับต่ำสุดถึงระดับสูงสุด ประกอบด้วย ระดับ 1b ระดับ 1a ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 ระดับ 5 และระดับ 6 (สสวท., 2560ก, น. 1)

จากผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จากการสอบ PISA 2015 พบว่านักเรียนไทยยังมีการรู้วิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยมีคะแนนเฉลี่ย การรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 421 คะแนน จัดอยู่ในลำดับที่ 55 จากประเทศที่เข้าร่วมประเมินทั้งหมด 72 ประเทศ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับและมีค่าลดลงจาก PISA 2012 อย่างมีนัยสำคัญและมีนักเรียนเกือบครึ่งหนึ่งที่ยังรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานที่นักเรียนควรจะมี (สสวท., 2560ก, น. 3) โดยด้านความรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงที่สุด ในขณะที่คะแนนด้าน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นต่ำที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าเด็กไทยยังคงยึดติดกับเนื้อหาความรู้ที่ได้ จากบทเรียน และขาดทักษะในการนำเอาความรู้เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตจริง (สสวท., 2559ข, น. 5 และ 6) ซึ่งสอดคล้องกับสังคมไทยในปัจจุบันที่ประชาชนไทยยังขาดความสามารถในการเชื่อมโยง อภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมักเชื่อกันที่เมื่อมีคนบอก โดยไม่ได้ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (สสวท., 2560ข, น. 3) นอกจากนี้ประชาชนยังขาดการรู้ วิทยาศาสตร์ในการรับข่าวสารและพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลรวมถึงการพิสูจน์ว่าสิ่งที่เขา ได้รับรู้หรือได้รับข้อมูลมานั้นเป็นจริงหรือไม่ โดยใช้หลักฐานประจักษ์พยานยืนยันในข้ออ้างเหล่านั้น (สสวท., 2560ก, น. 1) ยิ่งไปกว่านั้นสังคมไทยที่เป็นสังคมเกษตรกรรมที่มีการปลูก ผลิต และบริโภค พืชผักผลไม้ทางการเกษตร แต่กลับพบว่าเกษตรกรจำนวนมากที่ยังขาดความรู้ในการใช้สารเคมี การปรับปรุงผลผลิตของตนเอง รวมถึงการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (สุขุม อัครวาภูมิชัย, 2554, น. 26) ซึ่งในปัจจุบันของใช้หรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากเทคโนโลยี และนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามามีบทบาท

สำคัญในการดำรงชีวิต เช่น การนำสมุนไพรมาเป็นยารักษาโรค การใช้สารเคมีในการเร่งการสุกของผลไม้ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการตัดต่อพันธุกรรมของพืชและสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นในฐานะคนไทยที่จะต้องพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีเหล่านี้ที่มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับชีวิตของเราทุกคน นักเรียนควรพิจารณา วิเคราะห์ และหาข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกและรู้เท่าทันก่อนการตัดสินใจของตนเอง

ในยุคที่โลกกำลังพัฒนาก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากมาย ซึ่งความรู้ชีววิทยาเป็นส่วนสำคัญหนึ่งที่ช่วยสร้างความรู้พื้นฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับคนและสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ดีขึ้น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาของครูควรสอนให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง แต่พบว่าการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้นอกห้องเรียนได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากครูผู้สอนยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน โดยเข้าใจว่าการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองนั้น ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการคอยกระตุ้นนักเรียนด้วยการตั้งคำถามก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติและมีการมอบหมายงานเพื่อให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ค้นคว้าเพิ่มเติมเท่านั้น แต่ขาดการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือการสะท้อนผลให้กับผู้เรียนว่า สิ่งที่คุณเรียนนำเสนออยู่นั้นถูกต้องหรือไม่ แต่เป็นเพียงข้อสรุปของคุณเท่านั้น จึงทำให้ผู้เรียนขาดการสรุปความรู้ด้วยตนเอง (ณพัชรอร บัวฉุน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจี, 2559, น. 105) ยิ่งไปกว่านั้นครูส่วนใหญ่มักเน้นให้ความรู้พื้นฐาน ข้อเท็จจริง กฎหรือทฤษฎีมากกว่าการสอนให้เกิดกระบวนการทัศน์ หรือเน้นไปใช้กับการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับสูงมากกว่าการให้ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (สสวท., 2560ก, น. 3) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามครูผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยาที่มีมากกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่านที่สอนอยู่ในโรงเรียนเดียวกับผู้วิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ว่า การเรียนการสอนในห้องเรียนส่วนใหญ่ ครูมีการสอนแบบบรรยายและเน้นการศึกษาปฏิบัติทดลองผ่านหนังสือเรียนแบบจำลอง หรือวีดิทัศน์แทนการปฏิบัติทดลองจริง หลังจากนั้นครูจะทำการสรุปผลหน้าชั้นเรียน และเมื่อทำการสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบเรียนแบบบรรยายมากกว่าการทำกิจกรรมอื่นในห้องเรียน เพราะคิดว่าทำให้เสียเวลาในการเรียนเนื้อหาไป และเมื่อได้เรียนเนื้อหาที่นอกเหนือจากที่เรียนมา นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบหรือเชื่อมโยงความรู้อื่นๆ เพื่ออธิบายเนื้อหาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาในปีการศึกษา 2560 ได้สังเกตเห็นปัญหาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่ในภาคเรียนที่ 1 โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนในเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชและเทียบกับเกณฑ์การประเมินตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 (OECD, 2016b) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในห้องเรียนครูได้ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเพราะเหตุใดพืชที่มีใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกันจึงมีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกัน นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงการอธิบายลักษณะโครงสร้างได้ชัดเจน และไม่สามารถเลือกใช้ข้อมูลหรือหลักฐานมาประกอบการอธิบาย และเมื่อครูเชื่อมโยงเนื้อหาไปยังการลำเลียงอาหารของพืช โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปศึกษาว่าทำไมพืชจึงมีการลำเลียงอาหารไปทุกทิศทาง นักเรียนบางกลุ่มมีการสืบค้นข้อมูลมาประกอบการอธิบาย แต่ข้อมูลที่นำมาใช้นั้นยังขาดความน่าเชื่อถือและเป็นเพียงข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนเว็บไซต์สาธารณะ ซึ่งเมื่อนักเรียนสรุปในตอนท้ายเกี่ยวกับเรื่องที่ให้ศึกษา นักเรียนยังไม่สามารถตอบได้ว่าเพราะเหตุใดพืชจึงมีการลำเลียงอาหารไปทุกทิศทาง ครูจึงเป็นผู้สรุปแทน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดสมรรถนะในการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย และสมรรถนะการอธิบายศักยภาพของความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยในการทำกิจกรรมนักเรียนบางส่วนไม่สามารถวาดรูปโครงสร้างภายในของพืชจากการสังเกตจากกล้องจุลทรรศน์ได้ ซึ่งดูได้จากภาพที่นักเรียนวาดมานั้นเป็นภาพที่มาจากอินเทอร์เน็ตที่ไม่ใช่พืชชนิดเดียวกันกับที่นักเรียนศึกษา และมีสัดส่วนที่ไม่สมจริงตามที่ตนเองได้สังเกตจากใต้กล้องจุลทรรศน์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถคำนวณหาอัตราส่วนที่แท้จริงของโครงสร้างพืชที่สังเกตเห็นได้ และการออกแบบวิธีการศึกษาโครงสร้างของพืชเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ รวมถึงไม่สามารถแปลงข้อมูลจากการสังเกตไปเป็นรูปวาดของตนเองได้ ซึ่งเป็นสมรรถนะย่อยของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยหลังจากที่นักเรียนได้ทำการศึกษาโครงสร้างภายในของพืช นักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบสิ่งที่ศึกษาไป ซึ่งผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายผลการสังเกตที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างโครงสร้างของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ กล่าวคือ นักเรียนเขียนบันทึกผลการสังเกตสิ่งที่เห็นใต้กล้องจุลทรรศน์นั้นมีเนื้อเยื่ออะไรบ้าง แต่ไม่ได้เขียนแสดงให้เห็นว่าพืชทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างของโครงสร้างอย่างไร ซึ่งส่งผลให้ในการเขียนสรุปของนักเรียนเป็นเพียงการย่อบันทึกผลการทดลองให้สั้นลงเพียงเท่านั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปได้ จากสิ่งที่ผู้วิจัยสังเกตได้ในชั้นเรียน พบว่านักเรียนยังขาดสมรรถนะ

ที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดมาจากการจัดการเรียนการสอนนั้นไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนารู้วิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจากปัญหาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในภาคเรียนแรกนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นที่ผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบการสอน

จากปัญหาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ตามกรอบ PISA 2015 เพื่อตรวจสอบการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยในแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยข้อคำถามที่แสดงให้เห็นสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 12 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายสถานการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ยังขาดความสามารถใช้ตัวแทนข้อมูล และการเสนอสมมติฐานที่สามารถอธิบายสถานการณ์ได้ ส่วนผลการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดการประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และการอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และผลการประเมินสมรรถนะการแปลความหมายและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง แยกแยะ และการประเมินข้อโต้แย้งได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ จากผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ผู้วิจัยได้สังเกตในชั้นเรียนของผู้วิจัย ซึ่งหากนักเรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานก็จะช่วยให้การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

ดังนั้นในภาคเรียนที่ 2 ผู้วิจัยได้มีการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต่อเนื่องมาจากภาคเรียนแรก และเป็นส่วนท้ายของบทเรียนที่มีความเหมาะสมที่นักเรียนจะได้มีโอกาสในการนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดการสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และนำไปต่อยอดในการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สสวท., 2554) โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชควบคู่กับการพัฒนารู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าพืชนั้นมี

ความสำคัญต่อมนุษย์ในฐานะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ เนื่องจากในการปลูกพืชปัจจุบันมักเป็นไปในเชิงอุตสาหกรรมจึงทำให้คนหันมาพึ่งพาสารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมามากมาย เช่น การปนเปื้อนของสารเคมีในพืชผักผลไม้ การใช้สารเคมีเร่งการเจริญเติบโต รวมถึงการเก็บรักษาพืชผลให้อยู่ได้นานขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่นักเรียนจะต้องตระหนักถึงความสำคัญ และสามารถตัดสินใจ เพื่อพิจารณาสินค้า หรือบริการต่างๆ ในชีวิตจริง รวมถึงการพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตสิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และร่วมกันวิพากษ์และอธิบายถึงปรากฏการณ์นั้นด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์และให้เหตุผลจากหลักความจริงทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง (วัฒน วัฒนากุล, 2557, น. 20)

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับสังคม เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จะช่วยพัฒนานักเรียนให้สามารถนำความรู้ที่ได้จากห้องเรียนไปใช้ได้จริงและเกิดการรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (ภพ เลหาไพบูรณ์, 2542; Fensham, 1985 อ้างถึงใน สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพิกา ประโมจันย์, 2551, น. 11) พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science Technology Society and Environment approach: STSE approach) ที่เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับบริบทให้เกิดการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการทางสังคม และยังตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Zhang et al., 2017, p. 18) และช่วยส่งเสริมการเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Gresch, Hasselhorn, & Bogelholz, 2015) ซึ่งมีจุดเด่น คือ การใช้ตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและสังคมที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเห็นผลกระทบของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ผีการตั้งคำถาม ออกแบบสืบค้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุป และตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว (Pedretti et al., 2008; Bencze, 2008; Yoruk, Morgil & Secken, 2009; Zandvliet, 2010 อ้างถึงใน สุวรรณ อัมพรदनัย , 2554, น. 10 และ 11; Mansour, 2009; Yager, 1996) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lau (2013) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีการพัฒนา

สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้

ในงานวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ของ Lau (2013) ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ และนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก เทคโนโลยีชีวภาพ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 35 คน (นักเรียนชาย จำนวน 31 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 4 คน) โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

3. ด้านตัวแปรที่ศึกษา

3.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

3.2 การรู้วิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับประเด็นปัญหา และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นจะต้องสามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

คือ การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทหนึ่งๆ ได้อย่างเหมาะสม และมีความสมเหตุสมผล รวมทั้งสามารถอธิบาย ตีความปรากฏการณ์ คาดเดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย ดังนี้

1.1.1 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

1.1.2 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

1.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คือ การประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นอื่นๆ ได้ บอกได้ว่าประเด็นใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา และใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย ดังนี้

1.2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

1.2.2 บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์

1.2.3 บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2.5 อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

1.3 การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

คือ การตีความหมายของข้อมูลที่ได้รับ สร้างรูปแบบของคำอธิบายในแบบของตนเอง สร้างข้อสรุปจากคำพยากรณ์ หรือข้อกล่าวอ้างที่ควรได้อยู่บนหลักฐาน ประจักษ์พยาน รวมไปถึงการอภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทที่กำหนดให้ ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย ดังนี้

1.3.1 แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

1.3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

1.3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น

1.3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมที่เชื่อมโยงเข้ากับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม โดยในงานวิจัยนี้ใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านกระบวนการทางสังคม ซึ่งข้อค้นพบหรือการสืบค้นต่างๆ ถูกเผยแพร่ผ่านขั้นตอนการนำเสนอผลงานของนักเรียน ทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือและสามารถอ้างอิงได้ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Lau (2013) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยมีการนำประเด็นทางสังคม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนได้

เห็นถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า นักเรียนออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังกล่าว โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การใช้เทคโนโลยีช่วยในการสืบค้น และแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือเรียน วารสารวิชาการ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นให้อยู่ในรูปแบบอื่นที่ง่ายต่อความเข้าใจ เช่น แผนผัง แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ นักเรียนออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และทำการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับต่างๆ ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
 - 1.2 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต
 - 1.4 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 3 โครงสร้างรายวิชา และผลการเรียนรู้
2. การรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.1 ที่มาและความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.3 แนวทางการส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.4 แนวทางการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.5 มาตรฐานระดับการรู้วิทยาศาสตร์
3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.1 ความหมายของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.2 ความเป็นมาของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

5. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

วิสัยทัศน์

มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้มีความรู้คู่คุณธรรม ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใฝ่เรียนรู้สู่สากล มีทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีจิตสำนึกเพื่อสังคม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

หลักการ

1. จัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องความต้องการท้องถิ่นอย่างมีคุณภาพ
2. จัดหลักสูตรการศึกษาที่พัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ บนพื้นฐานความเป็นไทยและมุ่งมั่นสู่ความเป็นสากล
3. จัดหลักสูตรการศึกษาที่เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม และมีจิตสำนึก เพื่อสังคม

จุดหมาย

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาจะทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตนักเรียนมีความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นักเรียนมีความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของคุณค่าในการปฏิบัติที่แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติดำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของความเป็นชาติไทย ศรัทธายึดมั่นในศาสนา และเคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในความถูกต้อง และเห็นคุณค่าของการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การพัฒนาจิตใจ ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งกาย วาจา ใจ อยู่ร่วมกันอย่างสงบสุขบนพื้นฐานความเป็นจริง

3. มีวินัย นักเรียนแสดงออกถึงการยึดมั่นในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียนและสังคมเป็นปกติวิสัย ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น รู้จักควบคุมตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง สม่่าเสมอ เพื่อนำไปสู่การดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีแบบแผนและมีคุณภาพชีวิตในอนาคต

4. ใฝ่เรียนรู้ นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม นำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตได้สอดคล้องกับสภาพจริง

5. อยู่อย่างพอเพียง นักเรียนแสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน นักเรียนแสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่ การงานด้วยความเพียรพยายาม อดทน รู้จักวางแผนและเลือกแนวปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายในการเรียนรู้และการทำงานตามหน้าที่ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาอาชีพ

7. รักความเป็นไทย นักเรียนแสดงออกถึงความภูมิใจ เห็นคุณค่า ร่วมอนุรักษ์ สืบทอด ภูมิปัญญาไทยขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรม ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ตระหนักในหน้าที่และความรับผิดชอบต่อในฐานะพลเมืองดีที่มีต่อประเทศชาติสืบทอดเอกลักษณ์ที่แสดงถึงความเป็นไทยเพื่อนำไปสู่ความสงบเรียบร้อยและดำรงไว้ซึ่งความมีอารยะของชาติ

8. มีจิตสาธารณะ นักเรียนแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคมด้วยความเต็มใจกระตือรือร้น โดยไม่หวังผลตอบแทน รวมทั้งตระหนักและเห็นคุณค่าของการเสียสละเพื่อประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน

2. เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 1 วิชา และชีววิทยาเพิ่มเติม 5 วิชา โดยมีรายละเอียดจำนวนเวลาที่สอน และหน่วยกิต ดังนี้

ว31105 ชีววิทยาพื้นฐาน	เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน	1.5 หน่วยกิต
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

5. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา 3 โครงสร้างรายวิชาและผลการเรียนรู้

รายวิชาชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ศึกษาวิเคราะห์ เนื้อเยื่อพืช โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบของพืชดอก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืช การลำเลียงธาตุอาหารของพืช การลำเลียงสารอาหารของพืช การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โฟโตเรสไพเรชัน กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช ซีเอเอ็ม (CAM) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืช การเจริญเติบโตของพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายเพื่อเกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถในการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรของพืชได้
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบของพืชดอกได้
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปกระบวนการลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร สารอาหารและการคายน้ำของพืชดอกได้
4. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและทำการทดลองเพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และโฟโตเรสไพเรชันได้
5. สืบค้น อภิปราย และเปรียบเทียบกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และพืช ซี เอ เอ็ม (CAM) ได้
6. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ ทดลอง วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสงได้

7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอกได้
8. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก
9. สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ปัจจัยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้
10. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายถึงการนำความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกไปใช้ในการขยายพันธุ์พืชได้
11. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับสสารที่พืชสร้างที่มีผลต่อสรีระของพืช
12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการตอบสนองของพืชต่อแรงโน้มถ่วงของโลกได้

รวมทั้งหมด 12 ผลการเรียนรู้

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 (ว30243) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โครงสร้าง และหน้าที่ ของพืชดอก	ข้อ 1-3	พืชดอกมีเนื้อเยื่อประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญที่เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิบางและสามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและเนื้อเยื่อถาวรที่เป็นกลุ่มเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ รากช่วยยึดลำต้นให้ติดกับดิน ดูดน้ำและสารอาหารจากดินมาสู่ลำต้นและใบ ลำต้นของพืชช่วยชูกิ่ง ใบ ดอก และผล ใบพืชสร้างอาหารโดยสังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ โครงสร้างภายในของพืชมีท่อลำเลียงทำหน้าที่ลำเลียงน้ำโดยไซเล็ม และสารอาหารโดยโฟลเอ็ม	15	15

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	การ สังเคราะห์ ด้วยแสง ของพืช	ข้อ 4-6	<p>พืชใช้แสงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำในการสร้างอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ คือ แก๊สออกซิเจน และ น้ำตาล โดยเกิดที่คลอโรพลาสต์</p> <p>กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสงที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการที่พืชนำพลังงานเคมีที่ได้จากปฏิกิริยาแสงในรูปของ ATP และ NADPH มาใช้ในการสังเคราะห์อินทรีย์</p> <p>ปัจจัยที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ แสงและความเข้มของแสง คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ อายุของใบ ปริมาณน้ำ และสารอาหาร</p>	12	10
สอบกลางภาค				3	20
3	การสืบพันธุ์ ของพืชดอก	ข้อ 7	<p>พืชมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับระหว่างระยะสปอโรไฟต์ที่ทำหน้าที่ในการสร้างสปอร์และระยะแกมีโทไฟต์ที่ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>พืชดอกมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียที่รังไข่ และสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ที่อับเรณู เมื่อมีการถ่ายเรณูทำให้เกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียและเกิดเป็นเมล็ดและผล</p>	12	10

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
4	กระบวนการ เจริญเติบโต และ เทคโนโลยี- ชีวภาพ	ข้อ 9-10	การงอกของเมล็ดต้องอาศัย ปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง มีทั้งปัจจัย ภายนอก ได้แก่ น้ำ ออกซิเจน และ อุณหภูมิที่เหมาะสม ส่วนปัจจัยภายใน ที่เกี่ยวข้องคือ สภาพพักตัวของเมล็ด การปลูกพืชโดยใช้เมล็ดจำเป็น ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ด พันธุ์ด้วยการหาค่าร้อยละการงอกและ ดัชนีการงอก เพื่อนำมาพิจารณาความ แข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ พืชสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัย เพศ โดยการแตกหน่อจากราก ลำต้น ใต้ดิน ไหล ใบ และช่อดอก และอาจมี การขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำ ตัดตา ตอน ทาบกิ่ง และการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช นอกจากนี้ยังมีการใช้การตัดต่อ พันธุกรรมเพื่อใช้ปรับปรุงพันธุ์พืช	8	6
5	สารควบคุม การเจริญ เติบโต	ข้อ 11	พืชสามารถสร้างสารควบคุม การเจริญเติบโต หรือฮอร์โมนพืช จำพวกออกซินที่มีอิทธิพลทำให้ยอดพืช โค้งงอเข้าหาแสง และยับยั้งการเจริญ ของตาข้าง เร่งการเจริญของราก ชะลอ การหลุดของใบ จิบเบอเรลลินกระตุ้น การแบ่งเซลล์และขยายขนาดตามยาว ไซโตไคนินกระตุ้นการแบ่งเซลล์	4	3

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	หน่วย การเรียนรู้	ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			การเกิดตาข้าง และชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทีลีนเร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการร่วงของใบและการออกดอก และกรดแอบไซซิกยับยั้งการเจริญเติบโตของตา ควบคุมการปิดเปิดปากใบ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ และยับยั้งการงอกของพืช		
6	การ ตอบสนอง ของพืช	ข้อ 12	การตอบสนองของพืช เกิดโดยกระบวนการรับสัญญาณ ส่งสัญญาณ และการตอบสนอง โดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือ ทropicกัมพูฟเมนต์ และแนสติกัมพูฟเมนต์ เกิดได้จากการสัมผัสแรงโน้มถ่วง แสง สารเคมี และอุณหภูมิ		
		ระหว่างภาคเรียน		57	70
		สอบปลายภาค		3	30
		รวม		60	100

ผลการเรียนรู้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสอนในเนื้อหาของวิชาเพิ่มเติม รายวิชา ว30243 ชีววิทยา 3 จากการศึกษาหลักสูตรโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่มีหลักสูตรครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตและเทคโนโลยีชีวภาพ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต รายวิชาเพิ่มเติมดังกล่าวมีการกำหนดผลการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ข้อที่ 9 สืบค้นข้อมูล สํารวจตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์บัจจัยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้

ข้อที่ 10 สืบค้นข้อมูล และอภิปรายถึงการนำความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกไปใช้ในการขยายพันธุ์พืชได้

ข้อที่ 11 สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับสารที่พืชสร้างที่มีผลต่อสรีระของพืช

การรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยได้มีการปฏิรูปด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งหลักสูตร หนังสือ รวมไปถึงการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับระดับนานาชาติ โดยผู้วิจัยขอกล่าวถึงจุดเริ่มต้นของการใช้คำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจความหมายและกรอบแนวคิดสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีหน่วยงาน องค์กรทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนของต่างประเทศ รวมถึงนักวิชาการศึกษา ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

The American Association for the Advance of Science [AAAS] (1990 อ้างถึงใน มณีกานต์ จิตเชื้อเพื่อ, 2557, น. 12) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การที่บุคคลเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ มีความเข้าใจแนวคิดและหลักการสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมือนและแตกต่างกันในธรรมชาติ รวมถึงการใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการบอกจุดประสงค์ของตนเองและสังคม

National Research Council [NRC] (1996 อ้างถึงใน มณีกานต์ จิตเชื้อเพื่อ, 2557, น. 12) ได้นิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่มีความจำเป็นที่มนุษย์นำมาใช้ตัดสินใจ การอธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการ ความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ การประเมินค่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์บนหลักฐานและประจักษ์พยาน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม

OECD (2009) ได้นิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ และความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลในการตั้งคำถาม หาความรู้ใหม่ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และสรุปผลตามหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงความเข้าใจในลักษณะ คุณสมบัติ และตระหนักว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลต่อเครื่องมือเครื่องใช้ ภูมิปัญญา วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้มีส่วนร่วมทางสังคม โดยการเข้าร่วมและเผยแพร่วิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม

OECD (2016b) ได้นิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับประเด็นทางสังคมและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นจะต้องสามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจะต้องมีสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นันทวัน นันทวนิช (2557) ได้ให้นิยามว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง

จากการให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมืองของสังคม โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยงอภิปรายให้เหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ที่มาและความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีประวัติความเป็นมายาวนานตั้งแต่ปลายค.ศ.1500 เป็นต้นมา (Salamon, 2007) ต่อมาในปลายค.ศ. 1950 การรู้วิทยาศาสตร์ได้ปรากฏครั้งแรกในบทความของ Paul DeHard Hurd เมื่อปีค.ศ. 1958 เรื่อง Scientific literacy: Its Meaning for American Schools (Laugksch, 2000, p. 72) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นให้นักวิทยาศาสตร์และนักศึกษาหันมาสนใจการรู้วิทยาศาสตร์และเกิดการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง หลังจากสหภาพโซเวียตส่งดาวเทียมสปุตนิกสู่อวกาศได้สำเร็จในปีค.ศ. 1954 (Shamos, 1995; Laugksch, 2000) โดยในการเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านระบบการศึกษาให้กับชาวอเมริกันทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างไรก็ตามความเข้าใจของประชาชนในแนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่ชัดเจนนัก และมีการตีความค่อนข้างหลากหลาย

ช่วงต้นค.ศ. 1980 สหรัฐอเมริกาได้เผชิญกับการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่เริ่มถดถอย ขณะที่เศรษฐกิจของหลายประเทศในเอเชียมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การศึกษาของนักเรียนและงานด้านวิชาการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมในสหรัฐอเมริกาดตกต่ำ จึงเชื่อว่าการแข่งขันทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมระหว่างประเทศต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงมีการตื่นตัวที่จะพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยให้การรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษาของประเทศ (Laugksch, 2000, p. 72)

สำหรับประเทศไทยเองก็ได้รับอิทธิพลของการรู้วิทยาศาสตร์จากองค์กรระหว่างประเทศต่างๆ เช่น UNESCO SEAMEO-RECSAM ICASE และ OECD โดยกำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ ซึ่งมุ่งพัฒนาการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ค่านิยม วัฒนธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Yuenyong, & Narjaikaew, 2009) ส่งผลให้หลักสูตรของไทยหลังการปฏิรูปในปีค.ศ. 1999 มีการให้ความสำคัญและส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ในด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี

โดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่จัดตั้งโดยองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (OECD) ได้ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของเยาวชนอายุ 15 ปีในประเทศสมาชิก และประเทศที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 72 ประเทศหรือเขตเศรษฐกิจ ซึ่งไทยเองก็เป็นหนึ่งในประเทศสมาชิกเช่นกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเรียนรู้ของเยาวชน และให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย การประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้ประเมินเนื้อหาความรู้ของนักเรียน แต่เน้นการประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (สสวท.,2559ก)

การรู้วิทยาศาสตร์ถือว่ามีมีความสำคัญมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมที่มีการใช้เทคโนโลยีและมีความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากวิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตของทุกคน โดย Laugksch (2000) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับชาติ และระดับบุคคล ดังนี้

2.1 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับชาติ

ประการแรกการรู้วิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนตัวชี้วัดความมีศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ หากประเทศใดมีความแข็งแกร่งด้านการวิจัยและการพัฒนาโครงการที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ก็จะมีโอกาสในการหาประโยชน์จากช่องว่างทางการตลาดสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา ประการที่สองการที่คนในสังคมมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีหรือระดับสูง จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาวิทยาศาสตร์ในชาติ เนื่องจากประชาชนจะสนับสนุนงานทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือไม่เกิดการต่อต้าน ประการที่สามนำไปสู่การวางนโยบายทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนายาว และประการสุดท้าย วิทยาศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรม โดยประชาชนจะไม่มองว่าวิทยาศาสตร์เป็นประโยชน์เฉพาะคนบางกลุ่ม แต่เป็นเรื่องที่ทุกคนควรรู้ และเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง

2.2 ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับบุคคล

การรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความสำคัญเฉพาะการพัฒนาในระดับชาติเท่านั้น หากแต่การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลในการใช้ชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการทำงานด้วย เมื่อบุคคลมีการรู้วิทยาศาสตร์บุคคลนั้นจะสามารถพิจารณาข้อมูลข่าวสารที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถแยกแยะได้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือขาดความเป็นวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเพื่อใช้บริการอย่างใดอย่างหนึ่ง ถ้าประชาชนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสม ประชาชนจะมีความเชื่อมั่นและสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญทั้งในระดับชาติและระดับบุคคล ดังนั้นในทุกประเทศ จึงมีการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์เรื่อยมา เพื่อให้บุคคลสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเลือกและหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใกล้ตัวของตนเอง เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน (AAAS, 1993; สสวท., 2560ก)

3. แนวทางการส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์

ในศตวรรษนี้การจัดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาสนใจการพัฒนาในรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์แก่นักเรียน เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ได้มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทำงานวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบต่างๆ ดังนี้

Grant, & Dianne (2011 as cited in Ogunkola, 2013) ได้แนะนำกลวิธีสำหรับนักการศึกษาในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ต้องเริ่มจากการระบุหัวข้อเรื่องวิทยาศาสตร์ที่สนใจ และบูรณาการให้เข้ากับหลักสูตรลงในการสอน ครูวิทยาศาสตร์ควรสร้างหัวข้อที่ครอบคลุมถึงเรื่องที่น่าสนใจและมีความสำคัญก่อนที่จะวางแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นครูให้นักเรียนเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่พวกเขาชอบและรู้สึกสนุกเมื่อได้เรียน ซึ่งเป้าหมายในการเลือกหัวข้อเรื่องวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจนี้คือ การให้นักเรียนมีความสนใจวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันโดยบริบทหรือสถานการณ์ที่มักนำมาใช้จะต้องเป็นบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น เกิดกับตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน ประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือต่อโลกอนาคต (สสวท., 2560ก)

3.2 การเริ่มต้นโดยการให้นักเรียนอ่านงานวิจัย นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักการทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคม และคำศัพท์ที่นักเรียนจะได้พบจากการอ่านงานวิจัย นักเรียนจะให้ความสนใจในวิทยาศาสตร์ที่พวกเขาได้สืบเสาะค้นหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง หรือด้วยความช่วยเหลือของครูผู้สอน

3.3 การสอนนักเรียนให้อ่านเหมือนกับนักวิทยาศาสตร์ ครูต้องสอนให้นักเรียนอ่านและคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ นั่นหมายความว่า การพัฒนาทักษะสำหรับการอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของคำศัพท์ที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ ครูควรออกแบบการคิดที่ให้นักเรียนเกิดขณะที่อ่านกราฟ แผนภูมิ ตาราง และการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ครูควรออกแบบวิธีการจัดรูปแบบของข้อความในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงวิธีการใช้รากศัพท์ไปจนถึงความหมายของคำนั้นๆ หรือการเชื่อมโยงความรู้เดิมไปยังแนวคิดใหม่ๆ

3.4 การชี้แนะผู้เรียนในการประเมินค่าข้อมูล ซึ่งเป็นกลวิธีสำคัญที่ให้นักเรียนคุ้นเคยด้วยวิธีการประเมินค่าแหล่งของข้อมูล เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องรู้วิธีการหาแหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องและแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย

กล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์นั้น สิ่งสำคัญคือ ผู้สอนต้องมีความเข้าใจลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ มีความตั้งใจและมีการกำหนดเป้าหมายชัดเจน พร้อมทั้งเชื่อมโยงการรู้วิทยาศาสตร์เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ได้มีการจัดการเรียนรู้วิธีการต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนักการศึกษาหลายท่าน ดังนี้

สุนันทา กองตาพันธ์ (2556) ได้ทำการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารเคมีและปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นวิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ตนเอง มีการลงมือปฏิบัติโดยการสังเกต ทดลอง สัมผัส ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตั้งคำถาม ขั้นออกแบบและดำเนินการค้นหาคำตอบ ขั้นสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านความเข้าใจ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และการมีส่วนร่วมในประเด็น เรื่อง สารเคมีและปฏิกิริยาเคมีเพิ่มสูงขึ้น

มณีกานต์ จิตเอื้อเฟื้อ (2557) ได้ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผนวกปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (STS approach) เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อาณาจักรสิ่งมีชีวิต เป็นการจัดการเรียนรู้ที่

ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากในห้องเรียนควบคู่กับคุณธรรมไปเชื่อมโยงสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนกระตุ้นความสนใจ ขั้นการสำรวจเรียนรู้ ขั้นการนำเสนอการอภิปรายและข้อค้นพบ และขั้นลงมือปฏิบัติ หลังการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียน และมีส่วนร่วมในประเด็นทั้งในระดับครอบครัว สังคม และชุมชน

สุริยวดี นีกรักษ์ (2559) ได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งใช้ประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นแสดงความคิดเห็นเรียนรู้ความคิด ขั้นระบุประเด็นและรวบรวมข้อมูลทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ขั้นต้องการความรู้ ขั้นตรวจสอบและทำการตัดสินใจ และขั้นการดำเนินการและกระบวนการทางสังคม โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น พบว่า ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นจะต้องมีการใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งพบว่ามีวิธีการจัดการเรียนรู้ในหลายรูปแบบดังที่กล่าวมาข้างต้น

5. แนวทางการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีจุดประสงค์เพื่อให้ครูผู้สอนทราบว่าในการจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ สามารถทำให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ โดยควรวางแผนงานในการประเมินให้ครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม รวมถึงโอกาสในการเรียนรู้ของตัวผู้เรียนเอง เพื่อวินิจฉัยความรู้ ทักษะกระบวนการ เจตคติ และสะท้อนผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ความสามารถให้ได้เต็มที่ (สสวท., 2546) โดยในงานวิจัยนี้จะมีการประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 ดังภาพที่ 1



ภาพ 1 กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ที่มา: OECD, 2016b

จากกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในภาพที่ 1 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท สมรรถนะ ความรู้ และเจตคติ ในวัดการรู้วิทยาศาสตร์ผู้เรียนจะต้องใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านในการแก้ปัญหาจากบริบทหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการแสดงสมรรถนะของนักเรียนนั้นจะทำได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ และเจตคติที่มีในแต่ละคน โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด (OECD, 2016b; สสวท., 2560ค) ดังนี้

5.1. สถานการณ์และบริบททางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์และบริบททางวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวกระตุ้นให้แสดงสมรรถนะสำคัญ โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลายในการจัดการกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเลือกวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม

วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือต่อโลกอนาคต เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้บริบทหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการทำการเกษตร โดยมีการเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียนเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งจัดอยู่ในเนื้อหาความรู้พื้นฐานด้านคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่

1. ระดับบุคคล หมายถึง ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่บุคคลอย่างตนเอง หรือบุคคลในครอบครัวเข้าไปมีส่วนร่วม เช่น การกระทำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้และบริโภคทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น

2. ระดับท้องถิ่น หมายถึง ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคม หรือหมู่บ้าน หรือประเทศ เช่น การเพิ่มจำนวนประชากร มลพิษทางน้ำ อากาศ ดิน และปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3. ระดับโลก หมายถึง ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อทุกคนที่อาศัยอยู่บนโลก และเข้าไปมีส่วนร่วมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การควบคุมมลพิษ การสร้างและสูญเสียดิน เป็นต้น

5.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์จะวัดความสามารถในการแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 ด้าน คือ

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะนี้ โดยสามารถดึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทหนึ่งๆ ได้อย่างเหมาะสม และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่างๆ รวมถึงการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และมีความสมเหตุสมผล รวมทั้งสามารถอธิบาย ตีความปรากฏการณ์ คาดเดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้

1.1 สามารถดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

1.2 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

1.3 สามารถทำนายและคาดการณ์แนวโน้มของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่าง

สมเหตุสมผล

1.4 เสนอสมมติฐานที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับธรรมชาติ สามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะประเด็นปัญหาหรือเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ออกจากประเด็นอื่นๆ ได้ สามารถบอกได้ว่าประเด็นใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลกระทบต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเผชิญปัญหาที่พบในชีวิตจริง ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ดังนี้

- 2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
- 2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
- 2.5 อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะในการตีความหมายของข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับในการสร้างรูปแบบของคำอธิบายในแบบของตนเอง และสร้างข้อสรุปจากคำพยากรณ์ หรือข้อกล่าวอ้างที่ควรได้อยู่บนหลักฐาน ประจักษ์พยาน รวมไปถึงการอธิบายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทที่กำหนดให้อย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ดังนี้

- 3.1 แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง
- 3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
- 3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น
- 3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก เทคโนโลยีชีวภาพ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะ คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้เลือกสมรรถนะย่อยมา 2 สมรรถนะย่อย ซึ่งได้แก่ การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย และการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ในการอ้างอิงถึงความสามารถของนักเรียนในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งขั้นการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงสมรรถนะในการสร้างตัวแทนข้อมูลและอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งเพียงพอต่อการแสดงออกทางสมรรถนะที่ผู้วิจัยต้องการ นอกจากนี้มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 สมรรถนะ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยสมรรถนะย่อย 5 สมรรถนะ

5.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดความรู้วิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาความรู้ ดังนี้

1. ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้ในวิชาชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว30243 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ประกอบด้วยกระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก เทคโนโลยีชีวภาพ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่ครอบคลุมเนื้อหาระบบสิ่งมีชีวิต

2. ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้เรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

3. ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่างๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปราย

โต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ

5.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อตนเองโดยตรง ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 - 1.1 ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยมีการใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย
 - 1.3 ความสนใจในวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงตระหนักถึงอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์
2. การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสู่การสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 การยึดถือว่าหลักฐานเป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาสู่การสร้างคำอธิบายในเรื่องต่างๆ
 - 2.2 การยึดมั่นในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพื่อสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 การเห็นความสำคัญของการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเป็นเครื่องมือในการสร้างความน่าเชื่อถือของแนวคิดต่างๆ
3. ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม
 - 3.1 การแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน
 - 3.2 การมีแนวคิดในการใช้และส่งเสริมพฤติกรรมกรรมการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน

จากกรอบการประเมินของ PISA 2015 ได้แบ่งระดับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เป็น 7 ระดับ (OECD, 2016b, p. 42-43) ดังนี้

ตาราง 2 แสดงระดับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ 7 ระดับของ PISA 2015

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
6	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ซึ่งจะต้องใช้ระดับการคิดขั้นสูง นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนในสถานการณ์ที่หลากหลายและให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างเป็นระบบอย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และควบคุมตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้ หรือการออกแบบการทดลองใดๆ ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง แปลความหมายข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแสดงความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับที่ 6 นี้ นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความคิดขั้นสูงอย่างต่อเนื่องและการให้เหตุผลที่ต้องใช้รูปแบบและแนวคิด และการใช้เหตุผลดังกล่าวในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อน โดยสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่วิจารณ์ และประเมินคำอธิบาย รูปแบบ การตีความจากข้อมูล และนำเสนอการออกแบบการทดลองที่เกี่ยวกับบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>
5	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางกรณี แต่ไม่ได้ใช้องค์ความรู้ระดับสูงทุกสถานการณ์ นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนในสถานการณ์ที่หลากหลาย และให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างเหมาะสม นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับ</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
	<p>วิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และควบคุมตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้ หรือการออกแบบการทดลองใดๆ ด้วยตนเองนักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง แปลความหมายข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแสดงความสามารถในการประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ที่ระดับที่ 5 นี้ นักเรียนแสดงหลักฐานของความคิดทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และความคิดเชิงนามธรรม และใช้เหตุผลในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อน โดยสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่วิจารณ์ และประเมินคำอธิบาย รูปแบบ การตีความจากข้อมูล และนำเสนอการออกแบบการทดลองในบางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>
4	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลายของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับปานกลาง นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากรูปแบบที่ต่างกัน ในสถานการณ์ที่หลากหลายและให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้น นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และควบคุมตัวแปรในบางตัวแปร แต่ไม่ใช่ทั้งหมดของการสืบเสาะหาความรู้หรือการออกแบบการทดลองของตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง และแปลความหมายข้อมูล และมีความเข้าใจบางส่วนเกี่ยวกับความเชื่อมั่นที่จัดขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ที่ระดับที่ 4 นี้ นักเรียนแสดงหลักฐานของความเชื่อมโยงระหว่างการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผล และสามารถประยุกต์ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ นักเรียนสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งที่นำไปสู่การตั้งคำถามและวิเคราะห์คำอธิบาย รูปแบบการตีความข้อมูลและนำเสนอการออกแบบการทดลองในบางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
3	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้อองค์ความรู้ระดับปานกลางมากที่สุด นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและแปลความหมายข้อมูลในบริบทหลากหลาย และแสดงความคิดเห็นและอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างง่ายได้ นักเรียนสามารถจำแนกข้อแตกต่างบางประการของคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และควบคุมบางตัวแปรในการสืบเสาะหาความรู้หรือในการออกแบบการทดลองด้วยตนเองได้ นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง และแปลความหมายข้อมูลอย่างง่าย และสามารถแสดงความคิดเห็นบนความเชื่อมั่นของข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ที่ระดับที่ 3 นี้ นักเรียนแสดงหลักฐานบางอย่างของความเชื่อมโยงระหว่างการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผล ซึ่งมักใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคย สามารถพัฒนาข้อโต้แย้งบางส่วนที่นำไปสู่การตั้งคำถามและวิเคราะห์คำอธิบาย รูปแบบ การตีความข้อมูลและนำเสนอการออกแบบการศึกษาในบางบริบทในระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>
2	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคยที่ได้รับ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้อองค์ความรู้ระดับต่ำ นักเรียนสามารถหาสรุปอย่างง่ายจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในบางสถานการณ์ และสามารถให้คำอธิบายอย่างง่ายเกี่ยวกับความสัมพันธ์เหล่านั้น นักเรียนสามารถจำแนกบางคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ และจำแนกความแตกต่างระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับหรือการออกแบบการทดลองอย่างง่ายด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและอธิบายข้อมูลนั้นอย่างง่ายระบุข้อผิดพลาดอย่างตรงไปตรงมาและแสดงความคิดเห็นบางส่วน</p>

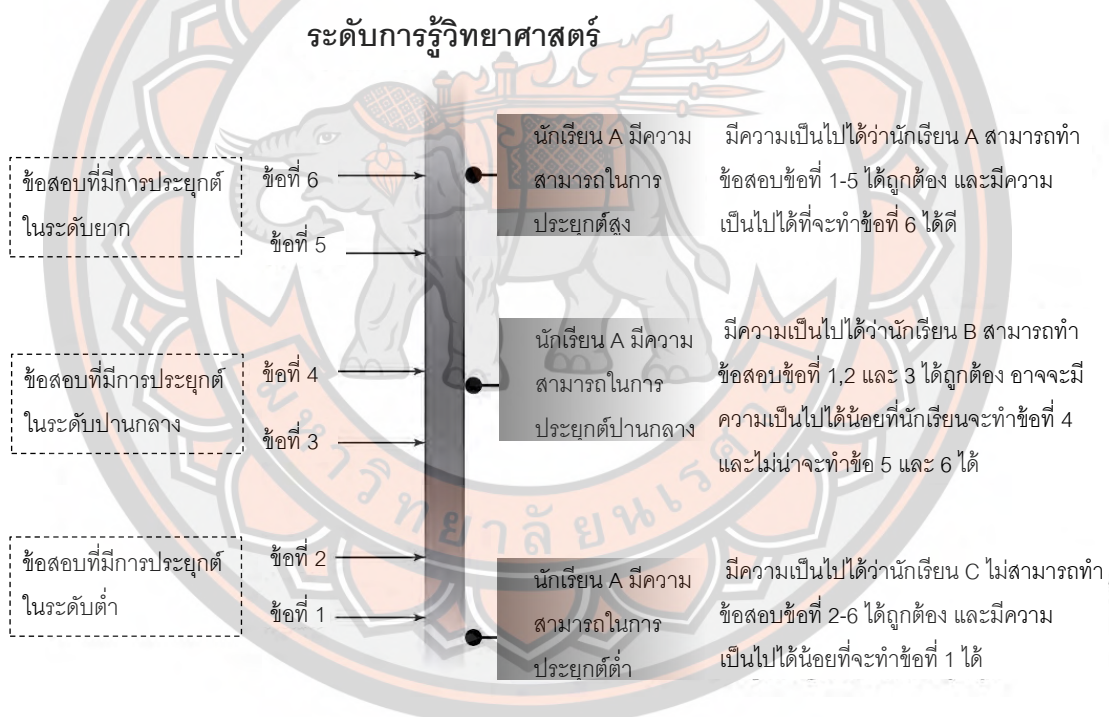
ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
	<p>ที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาข้อโต้แย้งบางส่วนที่นำไปสู่การตั้งคำถามและแสดงความคิดเห็นบนคุณสมบัติของการอธิบายที่แปลความหมายข้อมูลและนำเสนอการออกแบบการทดลองในบางบริบทระดับบุคคล ท้องถิ่น และโลก</p>
1a	<p>นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบาย ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลได้เล็กน้อยในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคย ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับต่ำ นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอย่างง่าย ในบริบท และสามารถอธิบายบางความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างง่าย สามารถจำแนกบางคำถามที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ และระบุตัวแปรตามในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับหรือการออกแบบการทดลองด้วยตนเองอย่างง่าย แปลงข้อมูลบางส่วนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งและอธิบายข้อมูลนั้นอย่างง่าย และใช้ข้อมูลในสถานการณ์ที่คุ้นเคยได้เล็กน้อย แสดงความคิดเห็นบนคุณสมบัติของการอธิบายที่ดี การแปลความหมายของข้อมูล และนำเสนอการออกแบบการทดลองในบริบทที่คุ้นเคยมากในระดับบุคคล ท้องถิ่นและโลก</p>
1b	<p>นักเรียนแสดงหลักฐานที่ใช้ในเนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ เพื่อให้คำอธิบาย ประเมิน และออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และการแปลความหมายของข้อมูลได้เล็กน้อยในบางสถานการณ์ในชีวิตที่คุ้นเคย ซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้องค์ความรู้ระดับต่ำ นักเรียนสามารถระบุรูปแบบอย่างตรงไปตรงมาจากแหล่งข้อมูลอย่างง่ายในบริบทที่คุ้นเคยมาก และพยายามในการอธิบายความสัมพันธ์อย่างง่าย นักเรียนสามารถระบุตัวแปรอิสระในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้รับหรือการออกแบบการทดลองบางส่วนด้วยตนเองอย่างง่าย นักเรียนพยายามแปลงข้อมูลและอธิบายข้อมูลอย่างง่าย และนำไปใช้โดยตรงกับไม่กี่สถานการณ์ที่คุ้นเคย</p>

6. มาตรฐานวัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์

การวัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

Thomson, Hillman, & Bortoli (2013) ได้เสนอรูปแบบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถประเมินความสามารถของนักเรียนจากคะแนนการทำข้อสอบของนักเรียน โดยข้อสอบนั้นจะมีความสัมพันธ์กับระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการใช้มาตรวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความสำเร็จในการทำข้อสอบของนักเรียนที่บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมีการให้คะแนนแบบลำดับขั้น โดยการเพิ่มระดับความยากง่ายและความซับซ้อนของข้อสอบตามระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยมีรายละเอียดดังภาพ 2



ภาพ 2 มาตรฐานวัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา: Thomson, Hillman, & Bortoli, 2013, p. 13

จากภาพ 2 แสดงมาตรฐานวัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ในการจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดระดับตามความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งหากนักเรียนที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ต่ำจะไม่สามารถทำข้อสอบที่มีระดับที่สูงกว่า ส่วนนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้สูงจะสามารถทำข้อสอบได้ในทุกระดับ

จากการศึกษาในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น พบว่า ห้องเรียนที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ให้มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ได้จริงนอกห้องเรียน (ภพ เลาหไพบูรณ์, 2542; Fesham, 1985 อ้างถึงใน สุณีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญู เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจน์ย์, 2551, น. 11) โดยหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการการรู้วิทยาศาสตร์กับบริบทให้เกิดการพัฒนาความรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยใช้กระบวนการทางสังคม และยัง ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Zhang et al., 2017, p. 18) คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

1. ความหมายของแนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ได้มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนี้

Yager (2007, p. 387) ได้มีการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็น ศูนย์กลางในการทำกิจกรรมดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ในการรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน เพื่อสนับสนุนแนวคิด และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งบริบทหรือ สถานการณ์ที่นำมาใช้จะต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อม

Gresh, Hasselhorn, & Bogeholz (2015, p. 96) ได้ให้ความหมายของการจัด การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสังคม และ โลกเพื่อดำเนินการสืบเสาะค้นหาเพื่อค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา และตัดสินใจเลือกวิธีการ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทางสังคม

สุวรรณ อัมพรदनัย (2554, น. 4 และ 5) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ยึด นักเรียนเป็นศูนย์กลางที่บูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มิติทางสังคมและสิ่งแวดล้อม เข้าด้วยกัน เป็นการหยิบยกบริบทปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของนักเรียน ซึ่งเกิดจากผลกระทบ ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันมาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

สิริรัตน์ เทียงดี (2555, น. 39) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยการสอนจะเน้นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและเป็นปัญหาที่นักเรียนประสบพบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความตระหนักในหน้าที่และความรับผิดชอบต่อสังคมส่วนรวมในฐานะที่เป็นพลเมืองจากนั้นนักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง

รุ่งทิศา กองสอน (2556, น. 53) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากการบูรณาการทางด้านมิติวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมให้เชื่อมโยงกันในเชิงบวกและเชิงลบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ถึงทฤษฎี หลักการ เหตุผล เนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงปัญหา ผลกระทบหรือผลการส่งเสริมจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี แล้วนำไปสู่การค้นหา ตรวจสอบ ดำเนินการ วิเคราะห์ วิจัยปัญหาที่ปรากฏขึ้นจริงในชีวิตประจำวันหรือสังคม เพื่อคิดค้นหาแนวทางวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสม

สุदारัตน์ อะหลีแอ (2558, น. 8) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในสังคมที่ใกล้ตัวผู้เรียน อันเกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม ให้ผู้เรียนเกิดความตระหนัก การมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อ การแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ รวมทั้งคิดค้นหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา จากสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นำผลการศึกษาไปลงมือปฏิบัติจริงให้เกิดคุณค่า ในฐานะพลเมืองที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมและสิ่งแวดล้อม

สุริยาวิดี นีกรักษ์ (2559, น. 6) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี พร้อมทั้งมีการหิบบยกประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนารูเรื่องวิทยาศาสตร์

จากการให้ความหมายกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้บริบท หรือสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาในสังคม

ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน เกิดพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่าน กระบวนการทางสังคม ซึ่งข้อค้นพบหรือการสืบค้นต่างๆ ถูกเผยแพร่ผ่านขั้นตอนการนำเสนอผลงาน ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์มีความน่าเชื่อถือได้ และสามารถอ้างอิงได้

2. ความเป็นมาของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีความสนใจอย่างกว้างขวางในการใช้เทคโนโลยีและ นวัตกรรม จึงนำไปสู่การพัฒนา รูปแบบการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหลังจากนั้นรัฐบาล ทั่วโลกได้ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง การขับเคลื่อนเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อม (Zhang et al., 2017, p. 1) โดยการศึกษาตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมได้เริ่มต้นศึกษามาตั้งแต่ปี 2513 เริ่มขึ้นครั้งแรกใน งานวิจัยการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการ โดย Jim Gallagher ได้กล่าวว่าพลเมืองใน อนาคตในสังคมประชาธิปไตยควรมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีความสำคัญต่อความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Jim Gal- lagher, 1971 as cited in Pedretti, & Nazir, 2011, p. 602) และมีการวางเป้าหมายใหม่ของการ ศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับประเด็นทาง เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งต่อมาประเทศแคนาดาได้มีการทำวิจัยในชั้นเรียนที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology and Society; STS) และมีการ สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขึ้นมา ต่อมาสังคมและรัฐบาลมีความต้องการใน การเพิ่มบทบาทเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม จึงเกิดกระแสความตระหนักเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมขึ้น โดยเน้นให้คนมีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Aikenhead, 2003; Fensham, 1988 as cited in Pedretti, & Nazir, 2011, p. 602) ดังนั้นนักการศึกษาจึงเพิ่ม จุดเน้นด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยเรียกการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ซึ่งได้มีการนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในประเทศแคนาดาอย่าง กว้างขวาง (Aikenhead, 2000; Hodson, 2003 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558)

การศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ได้ ปรากฏครั้งแรกในหนังสือเรื่อง Thinking Constructively about Science, Technology, and So- cial Society (Cheek, 1992 as cited in Pedretti, & Nazir, 2011, p. 604) ซึ่งเน้นปรัชญาที่ว่า วิทยาศาสตร์สำหรับทุกคน (Science for all) โดยสถานภาพทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกแยกเป็น ส่วนต่างๆ ในบริบทของสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม คุณธรรม จริยธรรม และการเมืองการปกครอง

ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดนี้ทำให้มีการเริ่มใช้ในหลักสูตรสถานศึกษาภายใต้กรอบการศึกษาที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมนุษย์ไปยังสิ่งแวดล้อม (Pedretti, & Nazir, 2011, p. 602-604) โดยการศึกษาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้ไปยังสิ่งแวดล้อมในสังคมที่ผู้เรียนอาศัยอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล การตัดสินใจ และสามารถแก้ปัญหาท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมนี้มีจุดเด่นในการเน้นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และเน้นความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ได้เน้นหลักการทางจริยธรรมที่จะนำไปสู่การพัฒนาการคิดและตัดสินใจ จึงได้เกิดกระแสผลักดันให้นำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเกิดเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นจะมีประโยชน์กับนักเรียนมากมาย แต่การจัดการเรียนรู้ยังมีข้อจำกัดในการนำประเด็นทางสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นจะเป็นหัวข้อที่มีบริบทที่มีความเฉพาะเจาะจงมาก ซึ่งจำเป็นที่นักเรียนจะต้องได้รับความรู้เพิ่มเติมที่มีความยากมากกว่าในหลักสูตร นอกจากนี้ประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องเป็นประเด็นที่หาข้อมูลไม่ได้ ทำให้การนำเสนอความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นทางสังคมอาจไม่สมจริง และอาจตกอยู่ในอันตราย เนื่องจากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนที่เกิดจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, น. 124) ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดเกี่ยวกับความเป็นมา ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
ช่วงต้นปี ค.ศ. 1971	Jim Gallagher ได้เสนอบทความเรื่อง A Broader Base for Science Teaching ซึ่งเป็นการวางเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับประเด็นทางเทคโนโลยีและสังคม

ตาราง 3 (ต่อ)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
1972	ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้จัดทำ Project Leepakket Ontwikkeling Natuurkunde หรือ PLON project เพื่อปรับหลักสูตรและเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในโรงเรียน โดยเน้นถึงความสัมพันธ์ของฟิสิกส์ เทคโนโลยี และสังคม
1973	ประเทศแคนาดาได้มีนักการศึกษา Aikenhead กับ Fleming ได้ทำวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง Science : A way of Knowing ซึ่งเป็นการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
1975	Paul Hurd ได้เสนอบทความเรื่อง “Science, Technology, and Society : New Goals for Interdisciplinary Science Teaching” ซึ่งเป็นบทความที่กล่าวถึงโครงสร้างหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
1976	ประเทศอังกฤษได้สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขึ้น หลังจากการตีพิมพ์ผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ในสังคม (Science in Society) โดยสมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (The Association for Science Education) และโครงการ SISCON (Science in a Social Context)-in-school ซึ่งเป็นโครงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
1982	National Science Teacher Association (NSTA) ประกาศยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม เป็นแนวทางหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วงปี 1980 โดยมีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากหนังสือของ John Ziman ชื่อ Teaching and Learning about Science and Society และมีการตกลงร่วมกันและตั้งชื่อกลุ่มที่สนใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมว่า Science-Technology-Society (STS)

ตาราง 3 (ต่อ)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
1989	สมาคมสังคมศึกษาแห่งชาติ หรือ National Council for the Social Studies (NCSS) มีการจัดประชุมนานาชาติ โดยเน้นให้เห็นบทบาทของสังคมศึกษาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
1990	มีการตีพิมพ์ผลงานโดยใช้คำว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society, and Environment; STSE) ในหนังสือหลายเล่ม เช่น บทความ ชื่อ Thinking Science, Technology and Society (Cheek, 1992) บทความ ชื่อ Teaching Science, Technology and Society (Solomon, 1993) หนังสือของ Solomon และ Aikenhead ชื่อ STS Education, International Perspectives on Reform (1994) Science/Technology/Society as Reform in Science Education (Yager, 1996) และ Science, Technology, and Society: A Sourcebook on Research and Practice (Kumar & Chubin, 2000) เห็นได้ว่า การศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นเริ่มแพร่หลายและมีความต้องการในการร่วมมือเปลี่ยนแปลงการศึกษาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

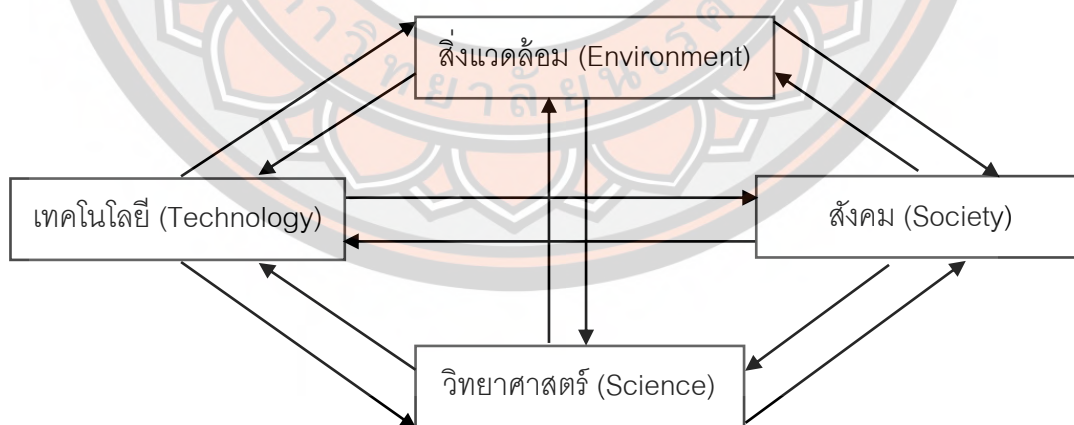
ที่มา: ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, น. 54; Pedretti, & Nazir, 2011, p. 604

จากการศึกษาความเป็นมาของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีจุดเด่นในความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนนั้นเกิดพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการสอนเนื้อหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์หรือบริบทเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กับ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยในการจัดการเรียนการสอนต้องใช้ความชำนาญในวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การคิดแบบปลายเปิด การทำงานเป็นกลุ่มย่อยขนาดเล็กการอภิปรายในชั้นเรียน การแก้ปัญหา การจำลองสถานการณ์ การวิพากษ์วิจารณ์ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (Aikenhead, 1988; Saskatchewan University, 1992; Kim, 2003; Pedretti et al., 2008; Bencze, 2008; Kim, & Roth, 2008; Yoruk, Morgil, & Secken, 2009; Zandvliet, 2010 อ้างถึงใน สุวรรณ อัมพรदनัย, 2554, น. 11)

การจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน 4 องค์ประกอบ โดยวิทยาศาสตร์ จะส่งเสริมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ทำให้คนในสังคมและสิ่งแวดล้อมมีการพัฒนาไปด้วย เนื่องจากเทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นไปเรื่อยๆ มีการสร้างสรรค์นวัตกรรมต่างๆ ที่เอื้อต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์และใช้เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้นสังคมก็จะช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นและไม่เสื่อมโทรมและให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Bencze, 2012) ดังภาพ 3

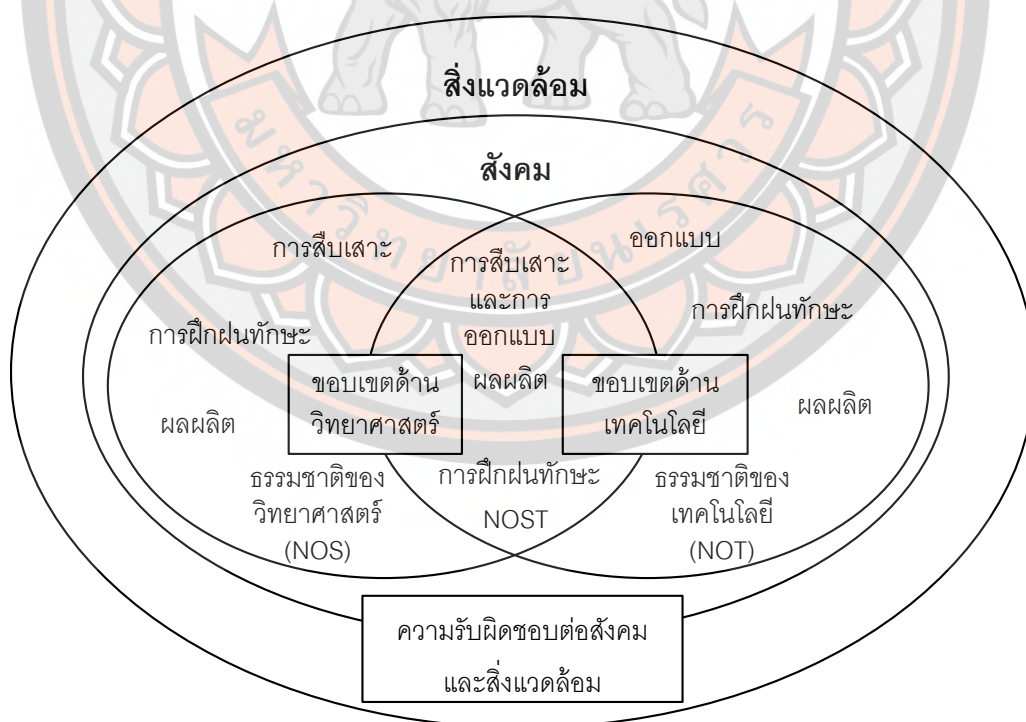


ภาพ 3 แสดงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Bencze, 2012

จากข้างต้นทำให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยบางครั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นอิสระต่อกัน และบางครั้งก็จะดำเนินการแบบมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในบริบทของสังคมซึ่งอยู่ท่ามกลางสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 4 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีล้วนส่งผลต่อสังคมและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมย่อมมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและสิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ๆ และเกิดการพัฒนาเทคโนโลยีตามมา

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นรูปแบบที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งกระทบกันและกันก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบอื่นๆ ตามมา ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมโยง และตระหนักถึงสถานการณ์หรือบริบทที่อยู่ภายใต้สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการออกแบบและสืบเสาะ และฝึกฝนทักษะผ่านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยไม่ลืมความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Bencze, 2012

3.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

Carin (1997) ได้เสนอแนวทางจัดการเรียนรู้โดยเน้นการแก้ประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น (Carin, 1997 อ้างถึงใน ญัฐวิทย์ พจนตันติ, 2548) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสืบค้น นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้ตัวผู้เรียน จากข่าว หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับ พร้อมทั้งเสนอความคิดเรื่องที่น่าสนใจ และตั้งคำถามจากที่นักเรียนนำเสนอมา

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบหรือตอบคำถามในประเด็นที่กำลังศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ นักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า เก็บรวบรวมจากนั้นนำมาวิเคราะห์ ตีความ และนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลการค้นคว้าให้กับเพื่อนนักเรียน โดยสามารถนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย การเขียนรายงาน จัดนิทรรศการ วิดิทัศน์ เป็นต้น รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง โดยให้นักเรียนนำผลจากการศึกษาไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริง โดยครูผู้สอนและนักเรียนอาจต้องมีการจัดประชุม เพื่อชี้แจงปัญหาและข้อค้นพบ

Richardson, & Blades (2000) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นคว้าหาข้อมูล ครูให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา จากนั้นสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เคยศึกษาและใช้เทคโนโลยีในการสร้างแผนผังความคิด เขียนกราฟ เพื่อประกอบและแสดงผลการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายหาสาเหตุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ในขั้นนี้ นักเรียนจะร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายสถานการณ์ที่ได้รับในบริบททางการเมือง การปกครอง สังคม และเศรษฐกิจ รวมถึงการทำความเข้าใจในหัวข้อเรื่องที่ศึกษา ตรวจสอบความจริงผ่านการสืบค้น การสำรวจ การตัดสินใจผ่านแหล่งข้อมูลต่างๆ จากนั้นนักเรียนจะวางแผน เพื่อนำเสนอเป็นบทความสั้นๆ เกี่ยวกับปัจจัยด้านการปกครอง สังคม วิทยาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ ที่นำไปสู่การตัดสินใจ โดยนำเสนอในระดับชั้นเรียน ระดับโรงเรียน หรือระดับสังคมต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นพิจารณาผลกระทบของประเด็นหรือสถานการณ์ที่ศึกษา โดยครูให้นักเรียนพิจารณาผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบ จากนั้นเชื่อมโยงภาพรวมไปยังสังคมผ่านการนำเสนอด้วยวิธีการต่างๆ เช่น Power Point สื่อวีดิทัศน์ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความสัมพันธ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและมีความสนใจในสิ่งที่ตนกำลังปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการ นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การได้วาที การอภิปราย นำเสนอในการประชุม การพูดคุยกันในเครือข่ายสังคมออนไลน์ และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลหลักสูตรปฏิบัติการ นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับความซับซ้อนของประเด็นที่ศึกษา ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงถึงการเป็นพลเมืองที่ดี และสะท้อนความต้องการต่อการสนับสนุนของพื้นที่ที่นักเรียนทำการสำรวจ

Rosario (2009) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ ครูและนักเรียนร่วมกันหาประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอยู่ในรูปแบบรูปภาพ ข่าว หรือรายงาน

ขั้นที่ 2 ขั้นการกระตุ้นผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนตระหนักและสร้างแรงจูงใจนักเรียนถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการค้นหาคำตอบ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์และสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามที่ได้ โดยที่ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า นักเรียนจะทำการค้นคว้าข้อมูลที่ได้จากขั้นระดมความคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอ นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้สืบค้น

ขั้นที่ 6 ขั้นวิเคราะห์และประเมินค่า ในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความรู้นักเรียน และแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้นการนำไปปฏิบัติจริง โดยนักเรียนจะนำผลจากการศึกษาไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง

Yoruk, Morgil, & Secken (2009) โดยเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมและผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า เป็นขั้นให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่เกิดจากความสนใจ สงสัย และรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นแล้วมาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการการนำเสนอหน้าชั้นเรียน การได้วาที

ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ ในขั้นนี้ครูจะต้องจัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ ขยายกรอบความคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน ครูมีการตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยการทดสอบด้วยแบบฝึกหัด แบบทดสอบ หรือการประเมินตามสภาพจริง

Bencze (2012) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงความคิด โดยครูจะเป็นผู้เสนอหรือยกตัวอย่างประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด โดยให้นักเรียนระดมสมอง หรือมีกิจกรรมการได้วาที

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาความคิด โดยครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์หรือประเด็นและหาความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในประเด็นที่ผู้เรียนมีความสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นตัดสินใจความคิด ครูให้นักเรียนได้ตัดสินใจของประเด็นที่ศึกษา โดยอาจใช้วิธีการต่างๆ ในการตัดสินใจ เช่น การได้วาที การอภิปรายแสดงความคิดเห็น การแสดงบทบาทสมมติ

Lau (2013) ได้มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยมีการนำประเด็นทางสังคม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมของห้องเรียน Bar et al. (2016) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบแนวคิดนักเรียน (investigating students' previous ideas) เป็นการตรวจสอบแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้ก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงแนวคิดผ่านประสบการณ์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (exposing ideas through experiences and class discussion) โดยให้นักเรียนทำการทดลอง และระดมสมอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติและตัดสินใจความคิด (making an attempt by performing and carrying out discussions) นักเรียนตัดสินใจเลือกผลของประเด็นที่นำมาศึกษา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการตัดสินใจ เช่น การได้วาที่ การอภิปราย

Yalaki (2016) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา (invitation) คือขั้นการระบุปัญหา หรือสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจ หรือสถานการณ์ที่มีความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสังคม และควรเป็นบริบทที่ใกล้ตัวนักเรียนที่จะสามารถเก็บข้อมูลได้ จากนั้นเลือกประเด็นปัญหาที่จะนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ (exploration and inquiry) คือขั้นที่ให้นักเรียนพิจารณาและทำความเข้าใจประเด็นปัญหา จากนั้นสืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (explanation and proposal of a solution) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนอธิบาย พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผล

ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติ (action) คือขั้นตอนในการสะท้อนความคิดของนักเรียน โดยผ่านกระบวนการทางสังคม จากนั้นนำเสนอแนวคิดหรือผลจากการทดลอง

นฤมล ยุตาคม (2542) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการกำหนดความมุ่งหมายของการเรียนรู้และการเตรียมหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้ พัฒนาระบวนการแสวงหาความรู้ การตัดสินใจ และการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาสังคม

ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนตั้งคำถาม วางแผนการค้นหาคำตอบ ลงมือปฏิบัติการค้นคว้า เก็บรวบรวม วิเคราะห์ผล นำเสนอผลการค้นคว้า จัดแสดงผลการค้นคว้า และลงมือปฏิบัติจริง

2.1 ขั้นสงสัย ครูผู้สอนสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งคำถาม และตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

2.2 ขั้นวางแผน นักเรียนวางแผนการค้นคว้าหาคำตอบ

2.3 ขั้นค้นหาคำตอบ นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบ

2.4 ขั้นสะท้อนความคิด นักเรียนพิจารณาสิ่งที่ได้เรียนรู้

2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยเป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลการค้นคว้า

2.6 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนการค้นคว้า

ขั้นที่ 3 ขั้นการประเมินผล ครูและนักเรียนมีบทบาทในการเป็นผู้ประเมินผล โดยครูทำหน้าที่ในการประเมินความรู้ที่นักเรียนได้รับในบทเรียน ส่วนนักเรียนจะประเมินตนเอง

สุวรรณ อัมพรदनัย (2554) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นรุกให้นักเรียนค้นหาข้อมูล โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นผลกระทบที่เกิดขึ้น และเขียนแผนผังแสดงวิธีการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นที่ 2 ขั้นให้อิสรภาพในการค้นคว้า ชักถาม และอภิปราย เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โดยใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนสามารถเลือกสำรวจข้อมูลตามความสนใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายผลร่วมกับนักเรียน ในขั้นนี้นักเรียนจะแสดงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นทั้งผลดีและผลเสียของข้อมูลที่มีต่อชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 4 ขั้นกระตุ้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยนักเรียนจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้จริง เช่น การเขียนบทความ การจัดทำเว็บไซต์ การจัดการสัมมนา เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล โดยประเมินจากผลงานที่นักเรียนนำเสนอ

สิริวิรัตน์ เทียงดี (2555) ได้เสนอการจัดการจัดการการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการระบุประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยครูกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงประเด็นปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบในประเด็นนั้นๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงความคิดเห็นและเรียนรู้ความคิด เป็นขั้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตน โดยครูถามนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนระดมความคิด และอภิปรายถึงข้อดีและข้อเสียของสิ่งนั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นต้องการความรู้ นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ โดยครูจะจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การสืบค้นการทดลอง เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นทำการตัดสินใจ นักเรียนจะใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาทบทวนแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องตัดสินใจว่าแนวทางใดที่ช่วยแก้ไขปัญหานั้นได้ดีที่สุด

ขั้นที่ 5 ขั้นกระบวนการทางสังคม ครูให้นักเรียนทบทวนแนวคิดของตน โดยการนำเสนอ หรือลงมือปฏิบัติจริงตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือตรวจสอบความคิดของตนเอง

มณีรัตน์ แทนพรพมา (2558) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการระบุประเด็นปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นระบุศักยภาพในการหาคำตอบ โดยให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบศักยภาพของตนในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นต้องการความรู้ ขั้นตอนนี้ นักเรียนร่วมหาคำตอบของประเด็นที่นักเรียนได้ออกแบบวางแผนไว้ โดยหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างความรู้ นักเรียนจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นหรือค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นการตัดสินใจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะใช้ความรู้ทั้งหมดที่เรียนมาหรือที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาทบทวนแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ โดยนักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกแนวทางในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนแนวคิดการวิเคราะห์และการตัดสินใจของตนเอง แล้วนำมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียน

ขั้นที่ 7 ชั้นกระบวนการทางสังคม เป็นขั้นที่นักเรียนได้แสดงแนวคิดที่จะแก้ปัญหาหรือตอบคำถามการตัดสินใจ ซึ่งอาจจะจัดนิทรรศการ จัดโครงการ หรือการทำใบข้อมูลเพื่อแจกกับผู้สนใจ

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เน้นการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและสมรรถนะต่างๆ และมุ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อย่าง การสืบค้นข้อมูล การทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางการแก้ปัญหา และนำเสนอแนวคิดต่างๆ ผ่านกระบวนการทางสังคม ผู้วิจัยขอสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักการศึกษาแต่ละท่านได้นำเสนอไว้ในตาราง 4



ตาราง 4 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม					
Carin (1997)	ขั้นที่ 1 ขั้นสืบค้น มีการตั้งคำถาม ที่เกี่ยวกับ ประเด็นทาง สิ่งแวดล้อม	ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา การใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ใน การหาคำตอบ	ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ นำข้อมูลที่ได้จากการ ค้นคว้าวิเคราะห์ ตีความและนำเสนอ	ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยน ประสพการณ์ มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อน	ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปปฏิบัติ จริง นำผลจากการ ศึกษาไปแก้ไข ปัญหาใน สถานการณ์จริง
Richardson, & Blade (2000)	ขั้นที่ 1 ขั้นค้นคว้า หาข้อมูล การสืบค้นข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่ กำหนดให้	ขั้นที่ 2 ขั้น อภิปรายหาสาเหตุ และเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ นักเรียนแสดงความ คิดเห็นและอภิปราย สถานการณ์ที่ได้รับ และนำเสนอเป็น บทความสั้นๆ	ขั้นที่ 3 ขั้นพิจารณา ผลกระทบของ ประเด็นหรือ สถานการณ์ที่ศึกษา นักเรียนพิจารณา ผลกระทบทางบวก และทางลบ และมีกา รนำเสนอด้วยวิธีต่างๆ	ขั้นที่ 4 ขั้นปฏิบัติการ นักเรียนนำ ความรู้ที่ได้จาก การศึกษาไปใช้ ในชีวิตประจำวัน	ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล หลักสูตร ปฏิบัติการ นักเรียนนำเสนอ สิ่งที่ได้เรียนรู้ และสะท้อนผล การศึกษาของ เพื่อนกลุ่มอื่น

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม							
Rosario (2009)	ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ การหาประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน	ขั้นที่ 2 ขั้นการกระตุ้นนักเรียน การให้นักเรียนตระหนักและสร้างแรงจูงใจในการตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์	ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามที่ได้	ขั้นที่ 4 ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า ทำการค้นคว้าข้อมูล	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอ นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น	ขั้นที่ 6 ขั้นวิเคราะห์และประเมินค่า ร่วมกันตรวจสอบความรู้และแนวทางการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 7 ขั้นการนำไปปฏิบัติจริง นักเรียนนำผลจากการศึกษาไปปฏิบัติจริง
Yoruk, Morgil, & Secken (2009)	ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ การทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย	ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้นและค้นคว้า นักเรียนค้นคว้าข้อมูล	ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล สรุป และอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบต่างๆ	ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ จัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมให้นักเรียน ได้มีโอกาสนำความรู้ ขยายกรอบความคิดสู่การรักษาสิ่งแวดล้อม	ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน ครูมีการตรวจสอบความรู้ นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้		

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม				
Bencze (2012)	ขั้นที่ 1 ขั้นแสดง ความคิดเห็น ครูเสนอหรือ ยกตัวอย่างประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับแนวคิด โดยให้นักเรียนเกิด การระดมสมอง	ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษา ความคิด ครูให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์หรือ ประเด็นในประเด็นที่ นักเรียนสนใจ	ขั้นที่ 3 ขั้นตัดสินใจ ความคิด ครูให้นักเรียนตัดสินใจ ผลของประเด็นที่ ศึกษาโดยใช้วิธีการ ต่างๆ เช่น การ โต้เถียง การอภิปราย แสดงความคิดเห็น	
Lau (2013)	ขั้นที่ 1 ขั้นสร้าง ความสนใจ การนำเสนอประเด็น ทางสังคม หรือ สถานการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับแนวคิด	ขั้นที่ 2 ขั้นการ ค้นคว้า ให้นักเรียนร่วมกัน สืบค้นข้อมูลที่มี เนื้อหาเกี่ยวข้องกับ เรื่องที่เรียน	ขั้นที่ 3 การระดม ความคิด นักเรียนร่วมกัน อภิปราย แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น และหา แนวทางในการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 ขั้น ตัดสินใจ นักเรียนตัดสินใจ เลือกแนวทางที่ เหมาะสมที่สุด ของห้องเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม				
Bar et al. (2016)	ขั้นที่ 1 ขั้น ตรวจสอบ แนวคิดของ นักเรียน ครูตรวจสอบ ความรู้ของ นักเรียนก่อนเรียน	ขั้น 2 ขั้นแสดง แนวคิดผ่าน ประสบการณ์และ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น นักเรียนทำการทดลอง และระดมสมอง แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกัน	ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติ และตัดสินใจ นักเรียนตัดสินใจเลือก ผลของประเด็นที่นำมา ศึกษา โดยใช้วิธีการที่ หลากหลาย เช่น การ ใ้ว่าที่ การอภิปราย	
Yalaki (2016)	ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอ ปัญหา ขั้นการระบุปัญหา หรือสถานการณ์ที่ นักเรียนสนใจ	ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และสืบเสาะหา ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียน สืบค้นและรวบรวม ข้อมูล	ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และเสนอแนว ทางการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียน อธิบาย และนำเสนอ แนวทางแก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 ขั้นลง มือปฏิบัติ เป็นขั้นสะท้อน ความคิดของ นักเรียนโดยผ่าน กระบวนการทาง สังคม

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม					
นฤมล ยุตาคม (2542)	<p>ขั้นที่ 1 ขั้น</p> <p>วางแผนการ จัดการเรียนรู้</p> <p>การกำหนด ความมุ่งหมาย ของการเรียนรู้ และเตรียม หน่วยการเรียนรู้</p>	<p>ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>โดยแบ่งเป็น 6 ขั้น คือ ขั้นสงสัย ขั้นวางแผน ขั้นค้นหาคำตอบ ขั้นสะท้อน ความคิด ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และขั้นนำไปปฏิบัติจริง</p>	<p>ขั้นที่ 3 ขั้นการ</p> <p>ประเมินผล</p> <p>เป็นการประเมิน ความรู้ที่นักเรียน ได้รับโดยครูและ นักเรียน</p>		
สุวรรณา อัมพรदनัย (2554)	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นรู้ให้</p> <p>นักเรียนค้นหาข้อมูล การเสนอสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียน สืบค้นและเขียนวิธีการ สืบค้นข้อมูล</p>	<p>ขั้นที่ 2 ขั้นให้</p> <p>อิสระภาพในการ ค้นคว้า ชักถาม และ อภิปราย เป็นขั้นที่นักเรียน สืบค้นข้อมูลโดยใช้ กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ</p>	<p>ขั้นที่ 3 ขั้น</p> <p>อภิปรายผล ร่วมกับนักเรียน นักเรียนจะแสดง ข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้นทั้ง ผลดีและผลเสีย</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขั้น</p> <p>กระตุ้นให้ นักเรียนลงมือ ปฏิบัติจริง นักเรียนจะนำ ความรู้ไป ประยุกต์ใช้จริง</p>	<p>ขั้นที่ 5 ขั้น</p> <p>ประเมินผล</p> <p>มีการประเมินผล งานของนักเรียนที่ นำเสนอหน้าชั้น เรียน</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม							
สิริรัตน์	ขั้นที่ 1 ขั้นระบุ	ขั้นที่ 2 ขั้นแสดง	ขั้นที่ 3 ขั้นต้องการ	ขั้นที่ 4 ขั้นการ	ขั้นที่ 5 ขั้น		
เที่ยงดี (2555)	ปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	ความคิดเห็นและเรียนรู้ความคิด	ความรู้	ตัดสินใจ	กระบวนการทางสังคม		
	ครูมีการระบุประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	นักเรียนแสดงความคิดเห็น ระดมความคิดและอภิปรายถึงข้อดีข้อเสีย	เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบของตนเอง	เป็นขั้นที่นักเรียนจะใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา ทบทวนแนวทางการแก้ปัญหาและตัดสินใจว่าแนวทางใดดีที่สุด	นักเรียนทบทวนแนวคิดแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และตรวจสอบความคิดของตน		
มณีรัตน์	ขั้นที่ 1 ขั้นระบุ	ขั้นที่ 2 ขั้นระบุ	ขั้นที่ 3 ขั้น	ขั้นที่ 4 ขั้น	ขั้นที่ 5 ขั้นการ	ขั้นที่ 6 ขั้น	ขั้นที่ 7 ขั้น
แทนพรมมา (2558)	ปัญหาประเด็นทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	ศักยภาพในการหาคำตอบ	ต้องการความรู้	สร้างความรู้	ตัดสินใจ	แลกเปลี่ยน	กระบวนการทางสังคม
	กระตุ้นนักเรียนโดยการระบุประเด็นปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	นักเรียนมีการสำรวจตรวจสอบศักยภาพของตน	นักเรียนร่วมกันหาคำตอบของประเด็นที่ได้	นักเรียนจะทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนไว้	นักเรียนจะใช้ความรู้ทั้งหมดที่เรียนมาในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	นักเรียน	นักเรียนแสดงแนวคิดที่จะแก้ปัญหาโดยการจัดแสดงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น
						นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีจุดเด่นในการพัฒนาและส่งเสริมนักเรียนผ่านการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาที่ครูได้กำหนดให้ ทำการศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหา มีการนำเสนอสิ่งที่ศึกษาผ่านรูปแบบการนำเสนอแบบต่างๆ ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และลงมือปฏิบัติโดยข้อจำกัดบางประการของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้มาก ซึ่งอาจต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้นานเกินไป นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้พบว่า ครูจะมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นผู้เรียนและให้คำแนะนำ ปรีกษา รวมถึงคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ในแต่ละชั้นได้ อีกทั้งครูจะต้องมีการพิจารณาสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความสอดคล้องและสามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับชีวิตจริงของนักเรียนได้ โดยมีการพิจารณาบริบทของนักเรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามกรอบแนวคิดของ Lau (2013) ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่น้อย สามารถกระชับเวลาได้มาก นอกจากนี้ขึ้นในการลงมือปฏิบัติค่อนข้างน้อย ซึ่งเหมาะกับการจัดการเรียนรู้ตามบริบทของห้องเรียน โดยในการจัดการเรียนรู้ที่ได้ศึกษามาส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนที่มากเกินไป คือ จำนวน 5-7 ขั้นตอน ซึ่งอาจทำให้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากเกินไป และบางการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนสั้นมากเกินไป คือ จำนวน 3 ขั้นตอน ซึ่งอาจทำให้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นเกิดข้อจำกัด เนื่องจากการกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละชั้นนั้นทำได้ยากและอาจทำให้นักเรียนสับสนบริบทของตนเองในแต่ละชั้นได้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Lau (2013) ให้เข้ากับบริบทของห้องเรียนของผู้วิจัยมากขึ้น โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยมีการนำประเด็นทางสังคม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ประกอบด้วย กระบวนการเจริญเติบโตของพืช เทคโนโลยีชีวภาพ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยทำให้นักเรียนเห็นถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า นักเรียนออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ จากนั้นสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังกล่าว โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการเจริญเติบโตของพืชดอก การใช้เทคโนโลยีช่วยในการสืบค้น และแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือเรียนวารสารวิชาการ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งในระหว่างการค้นคว้านั้นครูจะคอยเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและชี้แนะในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นให้อยู่ในรูปแบบอื่นที่ง่ายต่อความเข้าใจ เช่น แผนผัง แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น โดยการทำงานกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องแปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนสรุปแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองบนกระดาษปฐพี

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ นักเรียนออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยหลังจากการนำเสนอแล้ว แต่ละกลุ่มจะมีโอกาสได้ถามตอบกับเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการโต้แย้งข้อมูลที่แต่ละกลุ่มสืบค้นมา และทำการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน

3.2 ความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้ ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการของกิจกรรมต่างๆ เช่น การสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและยังส่งเสริมมิติด้านคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแบบเดิม โดย Yalaki (2016, p. 91) ได้สรุปความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่แสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE)

การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE
<ul style="list-style-type: none"> ครูและหนังสือเรียนเป็นแหล่งการเรียนรู้หลักในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เป็นนามธรรม และไม่มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีหรือชีวิตประจำวัน นักเรียนมุ่งไปยังปัญหาที่ถูกระบุโดยครูหรือหนังสือเรียน ให้ความสำคัญกับความสามารถในการปรับตัวของมนุษย์น้อย การตีความข้อมูลอย่างอิสระจำกัดขอบเขตของปัญหา เน้นหนังสือเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน มีความแน่นอน ถูกจำกัดโดยความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์และกรอบของเนื้อหา สารสนเทศอยู่ในบริบทที่เป็นเชิงตรรกะ และเป็นโครงสร้างของรายวิชา 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสืบเสาะหาข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาใช้ นักเรียนเห็นวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการจัดการกับปัญหาในชีวิตประจำวัน นักเรียนระบุปัญหาด้วยตนเองหรือกลุ่มตนเอง และรับผิดชอบในการแก้ปัญหา โดยใช้วิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและความแตกต่างของมนุษย์ มิติด้านคุณค่า จริยธรรม และศีลธรรมของปัญหาและประเด็นถูกพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เน้นปัญหาเป็นศูนย์กลาง มีความยืดหยุ่น และวัฒนธรรมมีความสำคัญเท่ากับความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ สารสนเทศอยู่ในบริบทของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมทางสังคมและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: Yalaki, 2016, p. 91

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>การสอน</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้าง ความสนใจ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ ผู้เรียนความสนใจในการอยาก ค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ใน ชีวิตจริง 2. ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียน อภิปรายถึงสถานการณ์ที่ได้อ่าน 3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนระบุ ปัญหาที่ได้จากการศึกษาและ อ่านสถานการณ์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนอ่านและวิเคราะห์ สถานการณ์ที่ได้รับจากครู 2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง สาเหตุ และผลกระทบที่เกิดขึ้น 3. นักเรียนร่วมกันระบุปัญหา จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ 4. นักเรียนมีความกระตือรือร้น ในการเสนอสมมติฐานที่เป็นการ คาดคะเนแนวทางการแก้ปัญหา
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นการ ค้นคว้า</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนต้องให้อิสระในการ เลือกแนวทางการแก้ปัญหา ที่นักเรียนสนใจ 2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียน ออกแบบวิธีการ สืบเสาะหาความรู้ 3. ครูผู้สอนต้องเป็นผู้สนับสนุน ที่ดี และคอยช่วยเหลือนักเรียน เมื่อเกิดอุปสรรคในระหว่าง การสืบเสาะหาความรู้ของ นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ในการเป็นผู้ออกแบบขั้นตอนการ สืบค้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ 2. นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการ สืบเสาะหาความรู้ชัดเจน และ ช่วยเหลือเพื่อนในการค้นคว้า 3. นักเรียนบันทึกผลการสำรวจ และสืบเสาะหาความรู้ใน ใบกิจกรรม

ตาราง 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ขั้นที่ 3 ชั้นระดมความคิด</p>	<p>1. ครูคอยตั้งคำถามเมื่อนักเรียนออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา</p> <p>2. ครูตรวจสอบข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้สืบค้นและสะท้อนผลหลังจากนักเรียนนำเสนอ</p>	<p>1. นักเรียนจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ โปสเตอร์ แผ่นพับ เป็นต้น</p> <p>นักเรียนรับฟัง ประเมิน รวมทั้งเสนอความคิดเห็นแก่กลุ่มอื่น</p> <p>3. นักเรียนกระตือรือร้นในการตอบคำถาม และอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่น</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ</p>	<p>1. ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายและเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มต่างๆ</p> <p>2. ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด</p>	<p>1. นักเรียนร่วมกันพิจารณาเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนแต่ละกลุ่ม และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม</p>

5. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงเป้าหมายและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดย Lau (2013) พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้ ดังสรุปในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
1. ขั้นสร้างความสนใจ	<p>สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ 	<p>วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นด้วยคำถามหรือปัญหา ดังนั้นการระบุปัญหาหรือการตั้งคำถามควรอยู่ในขอบเขตของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 116)</p> <p>วิทยาศาสตร์ไม่สามารถแก้ได้ทุกปัญหาหรือตอบได้ทุกคำถาม นักเรียนควรประเมินได้ว่า ปัญหาหรือคำถามใดบ้างที่วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาและตอบได้ (ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 116)</p>
2. ขั้นการค้นคว้า	<p>สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ 	<p>นักวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาว่าการคาดการณ์ที่ตั้งขึ้นนั้นถูกต้องหรือสอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นหรือไม่ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องออกแบบการศึกษา เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสนับสนุนหรือหักล้างการคาดการณ์นั้นๆ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 117)</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
2. ขั้นการค้นคว้า	<ul style="list-style-type: none"> • อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ • วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ • แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจาก การพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น 	<p>ในการออกแบบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรมีความสามารถในการประเมินได้ว่า การศึกษาใดๆ ถูกออกแบบมาเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ อะไร และการกระทำใดบ้างที่จะส่งผลต่อการศึกษาและความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา (ลีอชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 117)</p> <p>การรู้วิทยาศาสตร์ต้องการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการลงข้อสรุปจากหลักฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Luminita, 2016, p 1)</p> <p>การสร้างความคุ้นเคยให้บุคคลเข้าใจธรรมชาติและการค้นหาทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อกล่าวอ้างที่ขาดการสนับสนุนด้วยหลักฐาน หรือข้อมูลที่เป็นหลักฐานประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ (Ogunkola, 2013, p. 271)</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
3. ชั้นระดมความคิด	<p>สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> • ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ • สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ • แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง • ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) เพื่อสนับสนุนเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 	<p>นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง (Hodson, 2008)</p> <p>เนื่องจากข้อมูลโดยทั่วไปมีจำนวนมาก ซับซ้อน และไม่สื่อความหมายได้โดยตรง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สื่อความหมายได้ง่าย และชัดเจน เช่น การจัดกระทำข้อมูลที่เป็นชุดตัวเลขให้อยู่ในรูปของกราฟ แผนภูมิ หรือแผนผัง (ลี้อชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 118-119)</p> <p>นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง (Hodson, 2008)</p>

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอน	ตัวบ่งชี้	งานวิจัยที่สนับสนุน
4. ขั้นตัดสินใจ	<p>สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม <p>สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย 	<p>เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ผลการศึกษาใดๆ แล้ว พวกเขาจำเป็นต้องสื่อสารผลการศึกษานั้นเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้คนในสังคม (ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง, 2560, น. 120)</p> <p>หลักฐานประจักษ์พยาน และทางเลือกที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มีความสำคัญในการพิจารณาและตัดสินใจแนวทางจากข้อโต้แย้งของบุคคลอย่างมีคุณภาพ (Gresch, Hasselhorn, & Bogeholz, 2015, p. 110)</p>

เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่าในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงสรุปสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	สมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
1. ขั้นสร้าง ความสนใจ	<ol style="list-style-type: none"> ครูชี้แจงจุดประสงค์เกี่ยวกับการเรียนเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ครูกระตุ้นให้นักเรียนโดยการนำเสนอสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ครูให้นักเรียนศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการตั้งคำถาม เช่น สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าปัญหาดังกล่าวสามารถดำเนินการหาแนวทางการแก้ปัญหาได้หรือไม่ 	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษา นักเรียนสามารถพิจารณาสถานการณ์และระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	สมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
2. ขั้นการ ค้นคว้า	<p>5. ครูใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการสำรวจและ สืบเสาะของนักเรียน ตามหัวข้อดังนี้</p> <p>5.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างที่จำเป็นต่อ การแก้ปัญหาที่กำหนดให้</p> <p>5.2 แหล่งข้อมูลที่จะใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ มาจากแหล่งใดบ้าง</p> <p>5.3 วิธีลดข้อผิดพลาดในการสำรวจและสืบเสาะ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและน่าเชื่อถือ</p> <p>5.4 วิเคราะห์ผลข้อมูลอย่างไร หากข้อมูลที่สืบค้นมา นั้นมีจำนวนมากและมาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง</p>	<p>3. นักเรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการสำรวจและสืบเสาะเพื่อหา แนวทางแก้ปัญหา</p> <p>4. นักเรียนสามารถอธิบายและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถอธิบายแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยัน ความน่าเชื่อถือของข้อมูล และสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย</p> <p>5. นักเรียนสามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถประเมินวิธีการที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบว่า มีความเป็นไปได้หรือไม่ สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	สมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
<p>6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้น จากนั้นบันทึก สิ่งที่ได้จากการสืบค้นในใบกิจกรรม ตามหัวข้อดังนี้</p> <p>6.1 ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร</p> <p>6.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามีอะไรบ้าง</p> <p>6.3 ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างที่จำเป็นในการ แก้ปัญหาที่กำหนดให้</p> <p>6.4 จากสาเหตุดังกล่าว นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหา ดังกล่าวอย่างไร</p> <p>6.5 วิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหามีจุดเด่นและ จุดด้อยอย่างไร</p> <p>7. ครูให้คำแนะนำและชี้แนะนักเรียนระหว่างการสำรวจ และสืบเสาะหาความรู้</p> <p>8. ครูให้ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทาง การแก้ปัญหากับนักเรียน</p>	<p>6. นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์ พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจาก หลักฐานแบบอื่น</p> <p>โดยนักเรียนสามารถพิจารณาว่าข้อโต้แย้งใดมาจากประจักษ์ พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือมาจาก ข้อกล่าวอ้าง เพื่อนำไปสู่ การเลือก ใช้ข้อมูลเพื่อนำมาสนับสนุน การคาดคะเนของตนเอง</p> <p>7. นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทาง วิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป</p> <p>นักเรียนสามารถสรุปผลการสืบเสาะหาความรู้ พร้อมทั้งระบุ หลักฐานที่จะนำมาใช้ในการลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐาน ของความรู้วิทยาศาสตร์</p>	

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	สมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
3. ชั้นระดม ความคิด	<p>8. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ โปสเตอร์ แผ่นพับ</p> <p>9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม จากนั้นตั้งคำถามกับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้สถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม</p>	<p>8. นักเรียนสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย</p> <p>โดยนักเรียนสามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นหลักฐาน หรือข้อความที่สนับสนุนการอธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p> <p>9. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง</p> <p>โดยนักเรียนสามารถสร้างรูปแบบแบบอธิบายและการแสดงข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เช่น แผนภาพ โปสเตอร์ แผ่นพับ หรือการแสดงบทบาทสมมติได้อย่างสมเหตุสมผล</p> <p>10. นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชดอก</p> <p>โดยนักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน หรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลการคาดคะเนแนวทางการแก้ปัญหาได้</p>

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัด การเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	สมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์
4. ขั้น ตัดสินใจ	<p>10. ครูและนักเรียนร่วมกันเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้</p> <p>10.1 จุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม</p> <p>10.2 แนวทางการแก้ปัญหานี้ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอย่างไร</p> <p>10.3 แนวทางการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นี้</p> <p>11. ครูให้สถานการณ์ใหม่กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว</p>	<p>11. นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย</p> <p>โดยนักเรียนสามารถพิจารณาเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา และตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดจากข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่นได้</p> <p>12. นักเรียนสามารถอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์</p> <p>โดยนักเรียนสามารถสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ให้กับผู้คนในสังคมสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้</p>

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจะต้องมีการนำข้อมูลดิบที่ได้มาตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทั้งนี้มีลักษณะการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การจัดจำแนกข้อมูลออกเป็นส่วนๆ แล้วสร้างความสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความหมาย จากนั้นตีความหมายและเชื่อมโยงสิ่งเหล่านี้เพื่อบอกความหมาย

2. กระบวนการอุปนัยและนิรนัย โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานย่อยๆ หลายข้อมูลแล้วหาความเหมือนหรือความแตกต่างจนได้ลักษณะหนึ่งๆ ที่เกิดขึ้นเป็นแบบแผน จากนั้นนำแบบแผนที่ได้ไปอธิบายและจัดกลุ่มข้อมูลอื่นๆ

3. เป็นพลวัตสามารถย้อนกลับไปได้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพควรกระทำในขณะที่เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งได้ข้อสรุปชั่วคราวที่เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบเพิ่มเติม

4. กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ 1) การเตรียมข้อมูลดิบที่เก็บรวบรวมจากการสังเกต การสัมภาษณ์ การบันทึกหลังสอน หรือใบกิจกรรมของนักเรียน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น 2) การลดและแยกข้อมูล โดยการคัดเลือกข้อมูลดิบที่ได้ว่าส่วนใดสามารถตอบคำถามวิจัยได้ ส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องก็ตัดทิ้งไป เมื่อลดทอนข้อมูลแล้วทำการตีความหมายข้อมูล แล้วดึงข้อมูลส่วนที่สำคัญออกมาทำการให้รหัสข้อมูล (coding) กำหนดรหัสโดยใช้สัญลักษณ์ และกำหนดดัชนีรหัส (index) 3) รวมกลุ่มข้อมูล โดยรวมกลุ่มข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันให้เป็นหมวดหมู่ (category) เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม 4) หาลักษณะร่วม โดยการสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงข้อมูลจากหมวดหมู่เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดแก่นเรื่อง (theme) เป็นรูปแบบ (pattern) ของข้อมูลที่ตกผลึกแล้วและใช้ตอบคำถามวิจัย

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ความน่าเชื่อถือ (Credibility) ของงานวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการแสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยได้ออกแบบดำเนินการวิจัยได้ถูกต้อง นำไปสู่การได้ข้อมูลและผลการวิจัยที่ตรงประเด็น (ลีอชาลดาชาติ, 2558) ทำได้หลากหลายวิธี ได้แก่

1. การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) เช่น การใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิด เก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน (Method triangulation) การใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง ให้ข้อมูลประเด็นเดียวกัน (Resource triangulation) การมีผู้วิจัยมากกว่า 1 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกัน (Researcher triangulation) การใช้ทฤษฎีมากกว่า 1 ทฤษฎี มาวิเคราะห์ข้อมูล (Theory

triangulation) การเก็บข้อมูลวิจัยมากกว่า 1 ช่วงเวลา (Time triangulation) ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบว่าผลลัพธ์ที่ได้จะไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. การตรวจสอบกับผู้ให้ข้อมูล (Member checking) เป็นการนำข้อมูลที่บันทึกได้กลับไปให้ผู้ถูกวิจัยยืนยันว่าสิ่งที่ได้จากการบันทึกตรงกับข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น

3. การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer debriefing) เป็นการนำข้อมูลพร้อมผลการวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกตรวจสอบว่ากระบวนการคิดวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินถูกต้องตามหลักวิชาการหรือไม่

4. การเข้าไปมีส่วนร่วมหรือการฝังตัวในบริบท สถานการณ์ หรือสิ่งที่ศึกษาเป็นระยะเวลายาวนาน (Prolonged engagement) เป็นการสร้างความคุ้นเคย ความเข้าใจระหว่างผู้วิจัยกับผู้ให้ข้อมูล ช่วยให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลตรงตามสภาพจริง

โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยืนยันความน่าเชื่อถือถือโดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีแบบสามเส้า คือ สามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) และสามเส้าด้านวิธีการ (Method triangulation)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ศิริกาญจน์ บรมสุข (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม และ 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 75 หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

สุริยาวดี นีร์รักษ์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อพัฒนาการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยงานวิจัยมี วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เครื่องมือที่ใช้ ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมแบบ ไม่เป็นทางการ แบบประเมินผลงานนักเรียน และการบันทึกวิถีโอของจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และหลังเรียนนักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะการใช้ประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Marks, & Eilks (2009) ได้ศึกษาแนวคิด ตัวอย่าง และการทดลองที่ใช้ประเด็นทาง สังคมและปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมี สิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่ส่งผล กระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมมาจัดการเรียนรู้ จะส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการอภิปราย และเพิ่ม ความสามารถในการตัดสินใจ และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ได้จริง ซึ่งทำให้การรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนนั้นได้รับการพัฒนาด้วย

Lau (2013) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายเทอกลักษณะทาง พันธุกรรมเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อสะท้อนให้เห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสมรรถนะทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.46 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 หลังเรียน

Simoos, & Coimbra (2016) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชาเคมี เรื่องปัญหาการบริโภคน้ำจากแหล่งน้ำภายในชุมชน พบว่า นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงการ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยการแปลผลการทดลองและนำเสนอในรูปแบบโครงการของโรงเรียน

Yalaki (2016) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนระดับอุดมศึกษาจำนวน 22 คน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับกระบวนการทางสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ และสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากเอกสารงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาที่เกิดจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การเกิดสมรรถนะที่สำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ในบริบทเกี่ยวกับพืชและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่มีมาตรฐานและได้รับการยอมรับ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแบบของ Kemmis and Schmuck (n.d. อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ 2) เพื่อศึกษามลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

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

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis, 1988; Schmuck, 2008 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน (plan) เป็นขั้นตอนการสร้างและออกแบบการปฏิบัติว่าจะมีลักษณะใด โดยจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่จะใช้ในการปฏิบัติ เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียนได้ ในการวางแผนผู้วิจัยจะต้องสำรวจปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของตนที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ มีการวิเคราะห์ปัญหาและตั้งคำถามของการวิจัยเพื่อหาคำตอบ ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาของผู้วิจัยเป็น นวัตกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ กระบวนการหรือสิ่งที่นำมาใช้แล้วสามารถแก้ไขปัญหการเรียนรู้ โดยสิ่งที่นำมาใช้นั้นต้อง

เป็นสิ่งที่ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินการเรียนรู้

2. การลงมือปฏิบัติ (action) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยครูผู้วิจัยได้นำแผนหรือแนวคิดที่ตนคิดว่าสามารถแก้ไขปัญหาลงมือปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน โดยขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับขั้นตอนต่อไป คือ การสังเกต โดยครูจะต้องสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่เกิดขึ้นมาประเมินการปฏิบัติของตนเอง ซึ่งการปฏิบัติอาจไม่ได้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ก่อนหน้านี้นี้ทั้งหมด เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ เวลา และสถานที่จริงที่อาจไม่เหมือนกับที่คาดการณ์ไว้

3. การสังเกต (observe) เป็นการรายงานสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติ ในขั้นนี้ครูผู้วิจัยต้องตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการสอนในขั้นที่ 2 ว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่ และครูมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีนั้นหรือไม่ กล่าวคือ ครูจะต้องคิดหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้ และหาสาเหตุ จากนั้นให้ดำเนินการแก้ไขอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผลว่า รู้สึกอย่างไร หรือได้เรียนรู้อะไรจากการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของครูบ้าง โดยการสังเกตครอบคลุมไปถึงวิธีการอื่นๆ ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้การสังเกตจะทำให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพ สิ่งที่จำเป็นต่อการสังเกต ได้แก่ ความรอบคอบ การเปิดใจให้กว้าง เพื่อรับสิ่งใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้น ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจะต้องพยายามสังเกตและเก็บข้อมูลที่เน้นประเด็นที่ตนสนใจศึกษา จากนั้นให้ครูวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยพยายามมองหาหลักฐาน ข้อมูลที่สนับสนุน และคัดค้าน เพื่อนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่าวิธีปฏิบัติใดให้ผลดีที่สุด

4. การสะท้อนผล (reflect) เป็นการย้อนคิดถึงการปฏิบัติของตนโดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการปัญหา และประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสิ่งที่ศึกษา รวมทั้งเป็นการเสนอแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่งใดช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย และมีการปรับปรุงและพัฒนาในการสอนครั้งต่อไป การสะท้อนความคิดนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการบันทึกหลังสอนและมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่มผู้วิจัยด้วยกันเองเพื่อนำไปเป็นพื้นฐานในการปรับปรุง โดยสิ่งที่ต้องบันทึก ได้แก่

4.1 การเรียนการสอนนี้ นักเรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

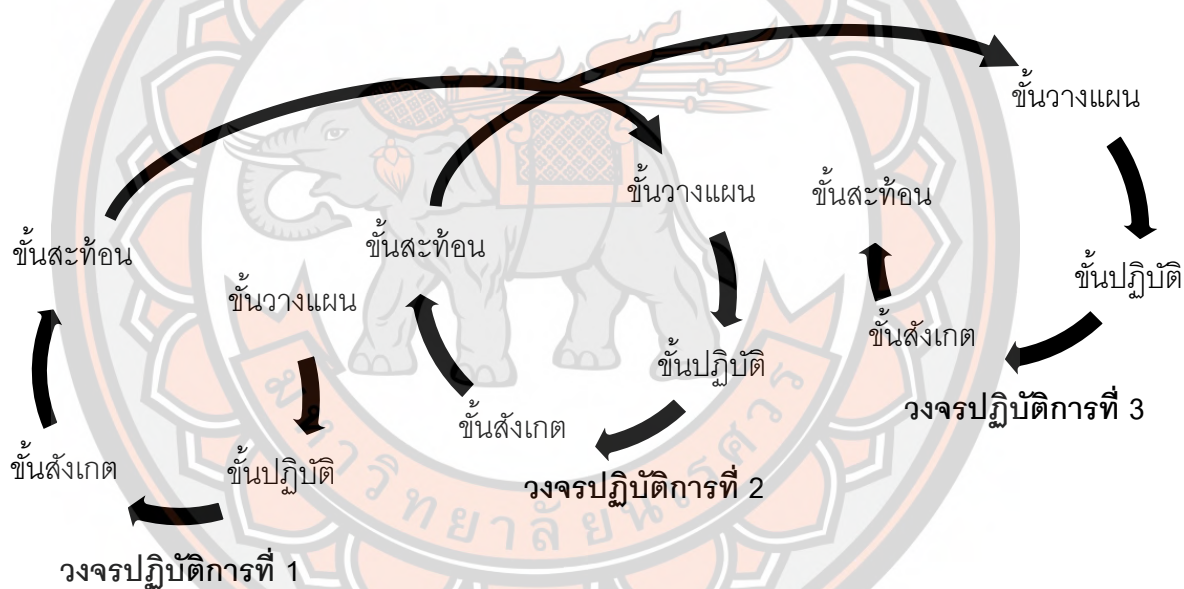
4.2 การสอนอย่างไรที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และไม่เกิดการเรียนรู้

พร้อมหลักฐานประกอบ

4.3 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการสอนครั้งนี้คืออะไร

4.4 แนวทางการปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป

โดยภาพรวมแล้ว กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจะต้องอาศัยสิ่งสำคัญ คือ การสะท้อนผลต่อการจัดการเรียนรู้ ที่เริ่มต้นจากการที่ครูสะท้อนผลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาของตนเองเพื่อวางแผน (ขั้นการวางแผน) ต่อมาจึงเป็นการรับฟังผลสะท้อนจากกลุ่มเป้าหมายขณะจัดการเรียนรู้ (ขั้นการสังเกต) และสุดท้ายเป็นการสะท้อนผลที่ผู้วิจัยและกลุ่มผู้วิจัยแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยภาพรวม (ขั้นสะท้อนผล) โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนอาจจำเป็นต้องทำซ้ำเป็นวงรอบอย่างน้อย 3 วงรอบ เนื่องจากในวงรอบที่ 1 จะช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ในวงรอบที่ 2 ครูผู้สอนดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขการจัดการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาในชั้นเรียน หรือจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ผู้วิจัยยอมรับ ดังภาพ 5



ภาพ 5 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988) and Schmuck (2006)

ที่มา: Kemmis, 1988 & Schmuck, 2006 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 152

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งเป็นห้องเรียนโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (Science, Mathematics and Technology; SMAT) โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 35 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 31 คน นักเรียนหญิง 4 คน นักเรียน

มีความสามารถในการเรียนในระดับดี มีความถนัดที่หลากหลาย และมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายในระดับดี นักเรียนทุกคนมีความสนิทสนม และช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มาจากห้องเดียวกันในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนไม่เคยเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมาก่อน

บริบทของห้องเรียน

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการ ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก โดยภาพรวมแล้วโรงเรียนมีความพร้อมในทุกด้าน โดยมีการจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ทั้งในผู้สอน อาคารเรียน อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และสื่อเทคโนโลยี โดยห้องปฏิบัติการชีววิทยาเป็นห้องพัสดุที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก มีอ่างล้างอุปกรณ์ข้างห้องสำหรับล้างอุปกรณ์ของนักเรียน มีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ด้านหลังห้อง มีหลอดไฟที่ให้แสงสว่างเพียงพอ และอุปกรณ์ขยายเสียงที่ให้เสียงดังทั่วถึงทั้งห้อง ด้านหน้าห้องมีกระดาน โต๊ะสาธิตพร้อมอ่างล้างอุปกรณ์ จำนวน 1 โต๊ะ เครื่องฉายพร้อมจอรับภาพ จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องฉายสามมิติ จำนวน 1 เครื่อง ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาครูจัดนักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม 7 กลุ่มๆ ละ 5-6 คน ซึ่งเป็นแบบบรรยายและมีการปฏิบัติการทดลองเป็นบางครั้ง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างดี และมีนักเรียนบางส่วนที่มีผลการเรียนต่ำและยังมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยดี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับคำถามวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ควรเป็นอย่างไร” ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือสำหรับคำถามวิจัย “ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเจริญเติบโตของพืชดอก เป็นอย่างไร” ประกอบด้วย

2.1 แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ใบกิจกรรม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรม 4) แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน

1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1.4.1 ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 สาระการเรียนรู้

1.4.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ

สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1.4.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.4.6 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.4.7 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.8 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

1.5 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา โดยเน้นให้นักเรียนมีแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมตามกรอบแนวคิดของ Lau (2013) ได้แก่ 1) ชั้นสร้างความสนใจ 2) ชั้นการค้นคว้า 3) ชั้นระดมความคิด และ 4) ชั้นตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 9 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	ปัญหา	เวลา (ชั่วโมง)
1	กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก	สารเคลือบเมล็ดข้าวโพด	4
2	เทคโนโลยีชีวภาพ	การตัดต่อพันธุกรรมในข้าวโพด	4
3	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	การปลูกกล้วยหอมในประเทศลาว	4

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา เพื่อรับข้อเสนอแนะ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา, อาจารย์จากคณะเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
น้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของ
ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับ
เกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)
ดังนี้

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

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของ
ผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00
คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

1.9 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจั
ดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.10 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยที่ 4.35
แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับ มาก

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

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

2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้แก่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และ
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ
สิ่งแวดล้อมได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นการค้นคว้า 3) ขั้นระดมความคิด และ
4) ขั้นตัดสินใจ โดยมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่า แต่ละขั้นนั้นได้ส่งเสริมตัวบ่งชี้ของ

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานหรือไม่

2.2.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้น การจัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์แนะนำ

2.4 ปรับปรุง และแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ต่อไป

3. ไบกิจกรรม

ไบกิจกรรม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ใช้ดำเนินการ และเขียนข้อมูลจากสิ่งที่ศึกษาและสิ่งที่ปฏิบัติ โดยออกแบบขึ้นมาให้สะท้อนถึงสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การเจริญเติบโตของ พืชดอก เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินการแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากนั้น ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบบริบทหรือสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.2 สร้างไบกิจกรรมของนักเรียน โดยมีขอบข่ายดังนี้

3.2.1 ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน สถานการณ์ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ สถานการณ์ 3 สถานการณ์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลือง GMOs และการปลูกกล้วยหอมในลาว ซึ่งจะประกอบด้วยข้อความที่เป็นข่าวที่กล่าวถึงผลกระทบ ของสารเคมีทางการเกษตรที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.2.2 ส่วนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นข้อคำถามเพื่อนำไปสู่การ สืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบแบบอิสระ ซึ่งลักษณะคำถามจะมีหัวข้อหลักๆ คือ ปัญหาที่ต้องการศึกษา การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ วิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการ แก้ปัญหา ข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา นั้น และผลของแนวทางการแก้ปัญหาต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.2.3 ส่วนสรุป เป็นชิ้นงานที่นักเรียนทำขึ้น โดยใช้ข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ทำการสืบเสาะหาความรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และจัดกระทำข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบอื่น ลงบนกระดาษปฐพีที่ครูแจกให้ และให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานนี้หน้าชั้นเรียน

3.3 นำใบกิจกรรมของนักเรียนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา เพื่อรับข้อเสนอแนะ

3.4 ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำใบกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย
 อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาศึกษา จำนวน 1 ท่าน
 อาจารย์จากคณะเกษตร จำนวน 1 ท่าน
 ครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน

โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าใบกิจกรรมมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.6 นำผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121) ดังนี้

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

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของใบกิจกรรมของผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

3.7 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงใบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.8 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของใบกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยที่ 4.35 แสดงให้เห็นว่าใบกิจกรรม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก นี้มีความเหมาะสมระดับ มาก

3.9 นำใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้ว มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำใบกิจกรรม

4. แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อใช้วัดสมรรถนะที่แสดงให้เห็นถึงการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยลักษณะข้อสอบจะประกอบด้วยบริบทหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก และข้อคำถามที่ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงสมรรถนะทั้งสามได้ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

4.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ โดยอาศัยกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (OECD, 2016b)

4.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาวิธีการสร้างการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับลักษณะของการตั้งข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน

4.3 สร้างแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สร้างแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบตามกรอบของ PISA 2015 ซึ่งมีการใช้บริบทที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดสมรรถนะทั้ง 2 ด้านของการรู้วิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับตามกรอบประเมินของ PISA 2015

4.3.2 กำหนดกรอบจุดประสงค์ของการวัดสมรรถนะทั้ง 3 สมรรถนะให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

4.4 วิเคราะห์การออกข้อสอบ และสร้างผังข้อสอบ โดยกำหนดเค้าโครงของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก เพื่อนำมาสร้างแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 แสดงดังตาราง 10



ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัด การเรียนรู้	ตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	บริบท PISA	จำนวน (ข้อ) / ลักษณะข้อสอบ			
			เลือกตอบ	เลือกตอบ เชิงซ้อน	ตอบอิสระ	ข้อสอบ ทั้งหมด
1. กระบวนการ เจริญเติบโตของ พืชดอก	- ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ ในการอธิบายเกี่ยวกับเรื่องการเจริญเติบโตของพืชดอก	- ระดับบุคคล	-	-	1	1
2. เทคโนโลยีชีวภาพ	- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	- ระดับบุคคล	-	-	1	1
3. สารควบคุมการ เจริญเติบโตของพืช	- ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์	- ระดับบุคคล	-	1	-	1
	- บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์	- ระดับท้องถิ่น	-	1	1	1
					1	1

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	ตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	บริบท PISA	จำนวน (ข้อ) / ลักษณะข้อสอบ			
			เลือกตอบ	เลือกตอบ เชิงซ้อน	ตอบอิสระ	ข้อสอบ ทั้งหมด
	- บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	- ระดับบุคคล	-	1	-	1
	- ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	- ระดับบุคคล	-	-	1	1
	- อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ ยืนยันความน่าเชื่อถือ และความเป็นกลางและการสรุป อ้างอิงจากคำอธิบาย	- ระดับบุคคล	-	-	1	1
	- แปลงข้อมูลจากผลการสำรวจตรวจสอบไปสู่อีก รูปแบบหนึ่ง เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ	- ระดับท้องถิ่น - ระดับโลก	-	-	1	1
	- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับ การเจริญเติบโตของพืชดอกและลงข้อสรุป	- ระดับบุคคล	-	-	1	1

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	ตัวบ่งชี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	บริบท PISA	จำนวน (ข้อ) / ลักษณะข้อสอบ			
			เลือกตอบ	เลือกตอบ เชิงซ้อน	ตอบอิสระ	ข้อสอบ ทั้งหมด
	- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และ เหตุผลในเรื่องการเจริญเติบโตของพืชดอก	- ระดับท้องถิ่น	1	-	-	1
	- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก	- ระดับท้องถิ่น	-	1	-	1
	- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐาน จากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	- ระดับท้องถิ่น	-	1	-	1
	รวม		1	5	6	12

4.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (แบบเลือกตอบใช่หรือไม่ใช่ และแบบเลือกมากกว่า 1 คำตอบ) และแบบเขียนตอบอย่างอิสระ โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนข้อสอบตามกรอบของ PISA 2015 (OECD, 2016b)

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามผิดเพียงหนึ่งข้อ

กำหนดเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงกับคำถามหรือไม่ได้

ตอบคำถาม

4.6 นำแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีความรู้ ความชำนาญและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยมาก่อน อาจารย์จากคณะเกษตรศาสตร์ ที่มีความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับเนื้อหาเกี่ยวกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ช่วยประเมินและสะท้อนผลถึงความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของการรู้วิทยาศาสตร์ และครูที่สอนชีววิทยา เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

+ 1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะ

การรู้วิทยาศาสตร์

1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์

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

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

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

4.7 ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุง และแก้ไขแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์

4.8 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าในแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.67-1 ซึ่งมีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์

4.9 นำแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 (ว30243) ให้แก่นักเรียนทราบ

2. ดำเนินออกแบบและการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 4 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

วงจรถูกที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากการสำรวจการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่นักเรียนมีระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ 3, 3 และ 2 ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์เห็นถึงปัญหาของนักเรียนว่ามีระดับที่ยังเป็นเพียงแค่ระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) ตามเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015 จากนั้นทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผน การจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก

ขั้นสังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของ พืชดอก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา แล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การ เจริญเติบโตของพืชดอก จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนการปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้ เหมาะสมในครั้งถัดไป นั่นคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการจากวงจรที่ 1 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึง หาแนวทางการแก้ปัญหา แล้วทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และเครื่องมือสำหรับ เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นสังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนการปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป นั่นคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

วงจรถูกที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการจากวงจรถูกที่ 2 นำมาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางการแก้ปัญหา แล้วทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ขั้นสังเกต

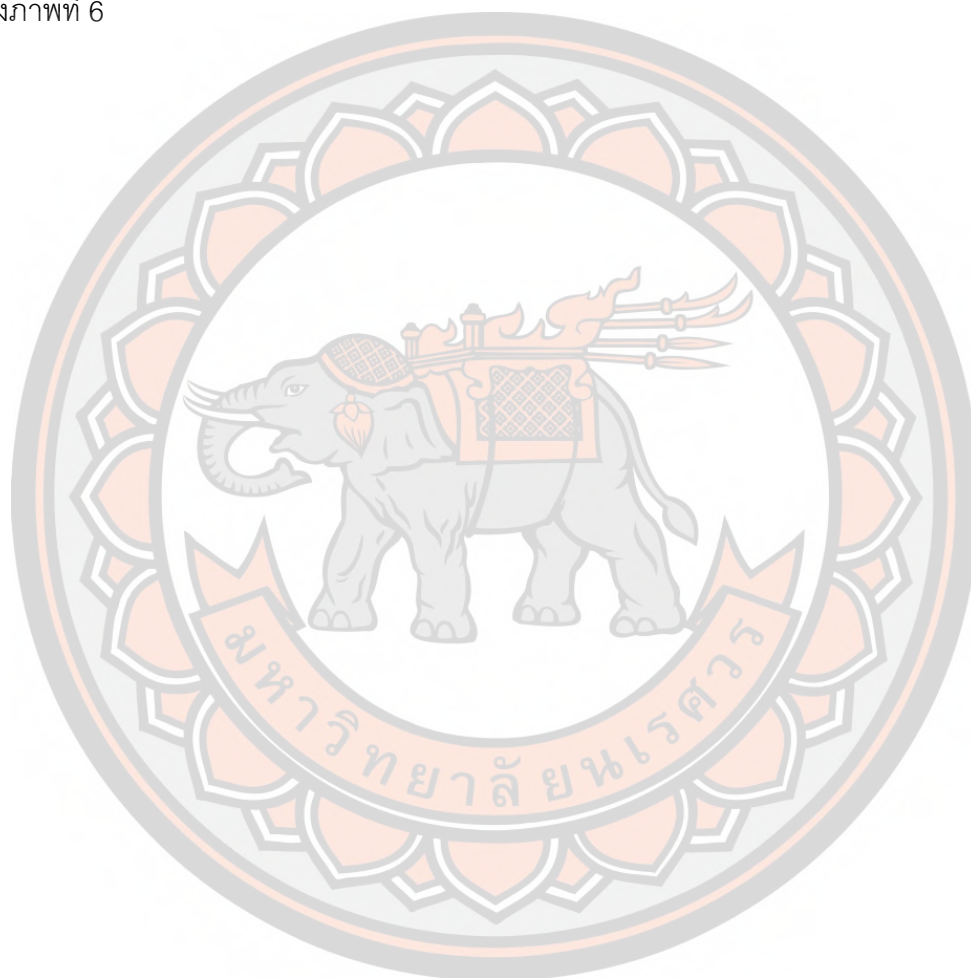
ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการ

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ทำการสะท้อนการปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งต่อไป

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะทำแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของ พืชดอก แล้วนำผลคะแนนที่นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เป็นวงจรปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ดังภาพที่ 6





ภาพ 6 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยขอสรุปเครื่องมือวิจัยที่ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงคำถามวิจัย เครื่องมือ และเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาความรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโต ของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร	- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเจริญเติบโต ของพืชดอก - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	- ผู้วิจัย และ ครูที่สอน ชีววิทยา	ระหว่างวงจรปฏิบัติการ
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาความรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโต ของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร	- ใบกิจกรรม - แบบประเมิน การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	- นักเรียน - นักเรียน	- ระหว่างวงจรปฏิบัติการ - หลังจบวงจรปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้นั้นมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อมูลและวิเคราะห์ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย โดยสามารถจำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

1.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผู้บันทึกจะประกอบด้วย ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน ได้แก่ ครูที่สอน ชีววิทยา 2 ท่าน โดยวิธีการบันทึกข้อมูลจะบันทึกอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงคุณภาพ กล่าวคือ พิจารณาลักษณะการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในแต่ละขั้นตอนหรือไม่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1.1.1 อ่านสิ่งที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงไปแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.1.2 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสของข้อมูล โดยกำหนดคำหลักและความหมาย เพื่อใช้แทนข้อความของผู้สะท้อนผลลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.1.3 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดหมู่เดียวกัน

1.1.4 สร้างบทสรุปและเขียนสรุปจากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยมีให้มีความเชื่อมโยงเป็นความเรียง โดยสรุปเป็น 3 ส่วน คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.1.5 เมื่อได้ข้อสรุปจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ผู้วิจัยจะทำการนำข้อสรุปดังกล่าวไปให้ครูที่สอนชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้สะท้อนได้เขียนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยจะมีการนำข้อมูลจากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

1.1.6 นำสรุปภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่ามีภาพรวมเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ในวงรอบครั้งต่อไป

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 นั้น ประกอบด้วย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยาจำนวน 2 ท่าน และผู้วิจัยเอง โดยผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จะได้รับแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งผู้สะท้อนจะต้องเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการวิจัย และทำการเขียนบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น พร้อมทั้งมีการพูดคุยเกี่ยวกับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้หลังจากสอนจบในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนมาวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาต่อไป ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (resource triangulation)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

2.1 แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

เป็นการวัดสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งได้จากสิ่งที่คุณเรียนได้ตอบคำถามลงในแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยจะแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.2 ทำการจัดกลุ่ม เพื่อแบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 7 ระดับ (OECD, 2016b, น. 42-43) จากต่ำสุด (ระดับ 1b) ถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) และวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยนำคะแนนจากเกณฑ์การพิจารณาคะแนนที่กล่าวมาข้างต้น

ข้อสอบแบบเลือกตอบ

1 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ

0 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามไม่ถูกต้อง

ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน (แบบเลือกตอบใช่หรือไม่ใช่ และแบบเลือกคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ)

1 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ

0 คะแนน หมายถึง ตอบคำถามผิดหนึ่งข้อ

ข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ

2 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน

1 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

0 คะแนน หมายถึง เขียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

2.1.3 นำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย จากนั้นนำคะแนนมาเทียบระดับเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงและอ้างอิงจากมาตรฐานวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของ

PISA ซึ่งคะแนนในการจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีการกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันของแต่ละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของแต่ละสมรรถนะไว้ดังต่อไปนี้

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1b มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1a มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 3 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

2.1.4 เปรียบเทียบการพัฒนาในระดับสมรรถนะทั้งสามด้านของการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และสรุปผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

2.2 ไปกิจกรรม

เป็นการวิเคราะห์ไปกิจกรรมของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1 ทำการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยการกำหนดรหัสของข้อมูลของแต่ละสมรรถนะ โดยกำหนดคำหลักและความหมายเพื่อใช้แทนข้อความในไปกิจกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบองค์ประกอบของสมรรถนะย่อยของการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 12 สมรรถนะย่อย โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินดังนี้

กลุ่มที่ 1 ระดับดีมาก นักเรียนแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ได้สอดคล้อง ครบถ้วน และมีความเหมาะสมต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้

กลุ่มที่ 2 ระดับดี นักเรียนแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ได้สอดคล้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือไม่มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้

กลุ่มที่ 3 ระดับปานกลาง นักเรียนแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้อง หรือไม่ครบถ้วน หรือไม่มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้

กลุ่มที่ 4 ระดับปรับปรุง นักเรียนแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ไม่สอดคล้องและไม่ครบถ้วน และไม่มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์ที่กำหนดให้

2.2.2 ทำการเขียนสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้แล้ว นำมาเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน กรณีที่ข้อมูลไม่เพียงพอต่อ

การแปลผล ผู้วิจัยจะมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมเมื่อข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมไม่ชัดเจนหรือมีข้อสงสัยเพิ่มเติม โดยการเรียกสัมภาษณ์ตัวอย่างนักเรียนเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสแทนตัวนักเรียนและกลุ่มของนักเรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

S แทน นักเรียนเป็นรายบุคคล

G แทน กลุ่มของนักเรียน ซึ่งจะประกอบด้วย 7 กลุ่ม ได้แก่ G1-G7

2.2.3 มีการกำหนดการให้คะแนนตามกลุ่มที่จัดไว้ ได้แก่ ระดับดีมาก 3 คะแนน ระดับดี 2 คะแนน ระดับปานกลาง 1 คะแนน และระดับปรับปรุง 0 คะแนน

2.2.4 นำคะแนนรวมเฉลี่ยจากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย จากนั้นนำมาเทียบระดับเกณฑ์ที่มีการปรับปรุงและอ้างอิงจากมาตรฐานวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ซึ่งคะแนนในการจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์นั้นมีการกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันของแต่ละระดับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของแต่ละสมรรถนะไว้ดังต่อไปนี้

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1b มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 1a มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 2 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 3 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 4 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 5 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75

นักเรียนสมรรถนะที่ระดับ 6 มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

2.2.5 เปรียบเทียบการพัฒนาในระดับสมรรถนะทั้งสามของการรู้วิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และสรุปผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 นั้น ประกอบด้วยแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก และใบกิจกรรม โดยทั้งสองเครื่องมือวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา จากนั้นนำมาหาคะแนนเฉลี่ย และจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งคะแนนจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมจะนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูแนวโน้มการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method Triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก โดยผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากนั้นใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยา ปฏิบัติการแต่ละวงรอบ และสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ในขั้นนี้เป็นการกระตุ้นความสนใจนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ข่าวที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งอยู่ในรูปแบบของบทความ ภาพ วิดีทัศน์ หรือแสดงผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้นักเรียน โดยสถานการณ์ที่ใช้ในบทเรียนนั้นเป็นประเด็นปัญหาที่เป็นผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนที่จะจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ สถานการณ์ข่าวการกำจัดสารเคสือบเมล็ดพันธุ์ที่ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในดินและแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการดัดแปลงพันธุกรรมของสารกำจัดวัชพืช ซึ่งส่งผลให้เกิดการใช้สารเคมีจำนวนมาก

เนื่องจากพืชมีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชดังกล่าว และการปลูกด้วยหอมที่ลาวที่มีการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตและสารกำจัดวัชพืชจำนวนมากจนทำให้เกิดมลพิษทั้งในดิน แหล่งน้ำ รวมถึงสุขภาพของเกษตรกร จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงสาเหตุและผลกระทบของการใช้สารเคมีในทางการเกษตร และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้และบันทึกคำถามของนักเรียนบนกระดาน โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลา 10 นาทีซึ่งเพียงพอต่อการสร้างความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังไม่กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากนัก เนื่องจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ไม่น่าสนใจ มีความน่าสนใจและเป็นตัวอย่างที่มีความคล้ายกัน ไม่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งผลให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นน้อย และคำถามส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยเป็นคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ควรให้นักเรียนเตรียมตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มาเอง เพราะการนำเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างมาเอง จะทำให้นักเรียนเห็นตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่หลากหลายและเป็นการฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 7 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรรอบถัดไปผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเตรียมผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มาจากการดัดแปลงพันธุกรรม ซึ่งพบว่า การให้นักเรียนได้เตรียมผลิตภัณฑ์มาเองเป็นวิธีที่ดีในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มมีผลิตภัณฑ์นักเรียนรู้จักและแตกต่างกัน จึงส่งผลให้เกิดการตั้งคำถามและอภิปรายกันมากขึ้น สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

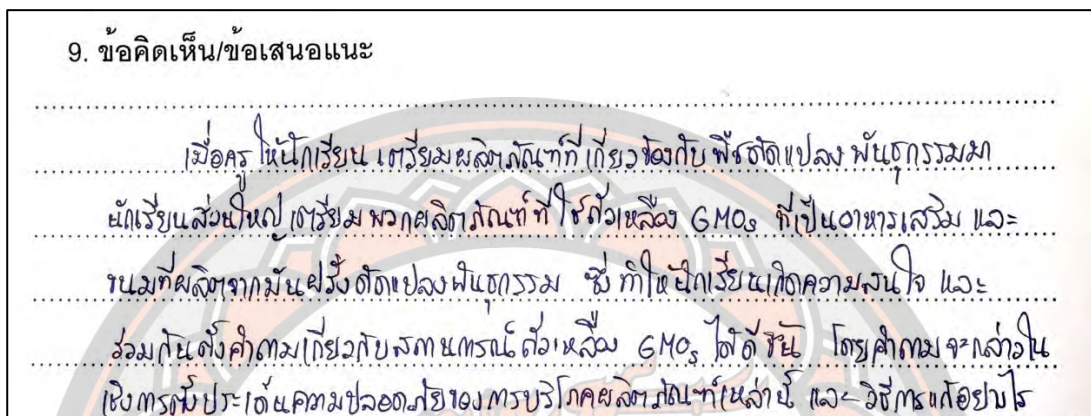
“เป็นประเด็นปัญหาจากข่าวซึ่งเป็นเหตุการณ์จริงน่าสนใจ”

(ครูชีววิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 7 กุมภาพันธ์ 2561)

“การใช้สื่อได้เหมาะสมกับสถานการณ์ข่าวส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงถึงความสนใจของนักเรียนในผลิตภัณฑ์ที่มาจาก การดัดแปลงพันธุกรรมยี่ห้อต่างๆ ที่ตนเอง ได้จัดเตรียมมา ซึ่งทำให้นักเรียนมีการตั้งคำถามมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

(ผู้วิจัย, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

หลังจากที่ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ข่าวและตัวอย่างผลิตภัณฑ์แล้วนั้น ผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายและตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งพบว่านักเรียนได้มีการอภิปรายและระบุปัญหา ดังการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อระบุปัญหา”

(ครูชีววิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถตั้งปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เนื่องจากนักเรียนมีเวลาในการอภิปรายและตั้งปัญหาน้อยเกินไป ดังนั้นครูที่สอนชีววิทยาคนที่ 2 จึงได้ให้คำแนะนำว่าให้เพิ่มเวลานักเรียนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อใช้ประกอบการตั้งคำถาม โดยกล่าวว่า

“ควรให้เวลาสำหรับการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมให้มากขึ้น”

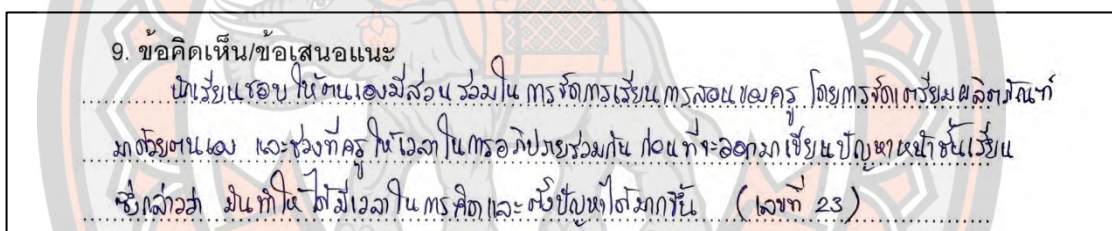
(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้เพิ่มเวลาในการอภิปรายและตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ข่าวได้ตรงประเด็นขึ้น สอดคล้องกับการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ข่าวที่กำหนดได้”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2561)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการสะท้อนของนักเรียนที่ได้จากการสัมภาษณ์ ซึ่งถูกบันทึกในบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยหลังจากขั้นสร้างความสนใจ พบว่า ตนเองสามารถตั้งปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น ดังแสดงในภาพ 8



ภาพ 8 แสดงบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

(ผู้วิจัย, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. การใช้สถานการณ์ข่าวที่มีความใกล้ตัวผู้เรียน ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวจะต้องเกี่ยวข้องกับเรื่องที่นักเรียนกำลังจะได้เรียน เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืช สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการเจริญเติบโตของพืช โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์เกี่ยวกับสารเคลือบเมล็ด นอกจากนี้การใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวมาใช้ก็จะช่วยเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียนได้มากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงความซื่อสัตย์ และนำไปสู่การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบต่อไป

2. การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายสาเหตุและผลกระทบบของสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงสาเหตุและผลกระทบบของการใช้สารเคมีในทาง

การเกษตร และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้และบันทึกคำถามของนักเรียนบนกระดาน นอกจากนี้ในระหว่างที่มีการอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น นักเรียนยังได้มีโอกาสในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ตนเองตั้งขึ้นนั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งปัญหาไว้ ประกอบด้วยสมาชิก 5-6 คน โดยผู้วิจัยได้แบ่งบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนตามบริบทของสถานการณ์ เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ นักสิ่งแวดล้อม และประธานบริษัท ซึ่งก่อนที่นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลนั้น ผู้วิจัยจะให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการสำรวจตรวจสอบของตนเอง และเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับภาระงานที่จากสถานการณ์และคำถามนำการสืบค้นในใบกิจกรรม โดยนักเรียนจะต้องเขียนความรู้ที่จำเป็นสำหรับการหาแนวทางการแก้ปัญหา เหตุผลที่ต้องใช้ความรู้เหล่านั้น และแหล่งที่มาของข้อมูล ซึ่งแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถสืบค้นนั้นมีหลากหลายแหล่ง เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต วารสารวิชาการ นิตยสาร งานวิจัย เอกสารประกอบการเรียน เป็นต้น โดยระหว่างการค้นคว้าของนักเรียน ผู้วิจัยจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการสืบค้นและคอยให้คำแนะนำในการสืบค้นข้อมูล จากนั้นนักเรียนจะต้องบันทึกสิ่งที่ได้สืบค้นมาลงในใบกิจกรรม โดยนักเรียนจะมีเวลาในการสืบค้นข้อมูลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

จากผลการดำเนินกิจกรรมในการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ในช่วงแรกของการสืบค้นข้อมูลนักเรียนส่วนใหญ่ยังสับสนเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ของตนเองว่าจะต้องทำอย่างไร และมีหน้าที่อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยจะต้องเดินตามกลุ่ม เพื่อให้ความช่วยเหลือนักเรียนจึงทำให้ใช้เวลาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ที่แต่ละคนได้รับเป็นเวลานาน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการอธิบายหรือให้รายละเอียดเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือสืบค้นนั้นจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ครูจำเป็นต้องกำหนดหน้าที่และบทบาทของนักเรียนอย่างชัดเจน เนื่องจากนักเรียนบางส่วนยังไม่รู้ว่่านักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อมจะต้องทำอะไร”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 7 กุมภาพันธ์ 2561)

ซึ่งในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยได้มีการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ของบทบาทสมมติและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกบทบาทสมมติตามที่ตนเองสนใจและถนัด พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างดี และมีความเชี่ยวชาญในหัวข้อที่ตนเองรับผิดชอบ ซึ่งทำให้ขั้นการค้นคว้าเป็นขั้นที่นักเรียนภายในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทำงานมากที่สุด ส่งผลให้ในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ การหาแนวทางการแก้ปัญหา และการประเมินการสำรวจตรวจสอบของแต่ละกลุ่มมีความชัดเจนและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากขึ้น ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยพบในระหว่างการจัดกิจกรรมคือ นักเรียนแต่ละคนที่ได้รับบทบาทและหน้าที่จะเกิดความมุ่งมั่น ตั้งใจทำงาน และพยายามช่วยเหลือเพื่อนที่ได้รับบทบาทเหมือนกันในการทำงาน นอกจากนี้ยังมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้งานที่ตนเองได้รับมอบหมายนั้นสำเร็จลุล่วงไปได้ ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนในระหว่างขั้นการค้นคว้าของนักเรียน
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 10 แสดงให้เห็นถึงการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่นักเรียนได้มีการสืบค้นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาที่กลุ่มตนเองเลือกศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยนักเรียนมีการเลือกบทบาทที่ตนเองสนใจและเริ่มการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ซึ่งสิ่งที่ผู้วิจัยสังเกตได้ในห้องเรียนนั้นสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการค้นคว้าข้อมูล การตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์จากบทบาทที่ได้รับ ทำให้ในกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่กันชัดเจน”

(ครูชีวิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2561)

เมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้แล้วมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังสืบค้นข้อมูลไม่เสร็จ และบางกลุ่มยังไม่มีหัวข้อหรือแนวทางการแก้ปัญหาเลย ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนต้องการความช่วยเหลือจากครู แต่ครูไม่สามารถให้ความช่วยเหลือได้ทันเวลาที่ ซึ่งผู้วิจัยพบว่า เมื่อจบคาบเรียนแล้วนักเรียนบางกลุ่มยังไม่มีงานมาสอบถามครู และเมื่อเดินเข้าไปสอบถามนักเรียนเองก็ยังไม่สามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีวิวิทยาที่กล่าวว่า

“ก่อนที่จะสรุปรวมให้ครูเดินดูตามกลุ่ม เพื่อดูความคิดรวบยอดและเช็คความนักเรียนได้ทำงานบรรลุเป้าหมายหรือไม่”

(ครูชีวิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงมีการปรับเปลี่ยนเวลาในการสืบค้นของนักเรียนจากให้เวลานักเรียน 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้แบ่งเวลาเป็น 3 ช่วง คือ 30 นาที ในการให้อิสระกับนักเรียนในการค้นคว้า โดยผู้วิจัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหามาของตนเองก่อน จากนั้นผู้วิจัยจะเดินสำรวจและสอบถามความก้าวหน้าของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำสำหรับนักเรียนที่อาจจะยังไม่ได้แนวทางในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นอีก 20 นาที ผู้วิจัยจะให้ให้นักเรียนทำการค้นคว้าในแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ และชี้แนะนักเรียนเพิ่มเติม หากข้อมูลที่นักเรียนหามาไม่เพียงพอต่อการตอบคำถามที่ตนเองตั้ง และ 10 นาทีก่อนหมดเวลา ผู้วิจัยจะให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการค้นคว้าของกลุ่มตนเอง และเร่งให้นักเรียนทำงานให้เสร็จทันเวลา ซึ่งพบว่าหลังจากที่ผู้วิจัยได้แบ่งเวลาเป็นช่วงๆ และมีการเตือนนักเรียนเป็นระยะๆ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากยิ่งขึ้นและงานบรรลุตามเป้าหมายที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“นักเรียนเริ่มมีความชำนาญในบทบาทที่ตนเองได้รับ ทำให้ทำหน้าที่ของตนเองได้เป็นอย่างดี และทำเสร็จตรงตามเวลา”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2561)

นอกจากนี้ในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นนี้ผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ว่างงาน เมื่อเข้าไปสอบถามแล้วพบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตได้ เนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดของอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดความล่าช้าในการสืบค้นข้อมูลและเพื่อเพิ่มความหลากหลายของแหล่งข้อมูลซึ่งไม่ได้มีเฉพาะข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับข้อแนะนำของผู้วิจัยในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการหาแหล่งการเรียนรู้อื่นที่นอกเหนือจากการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่กล่าวว่า

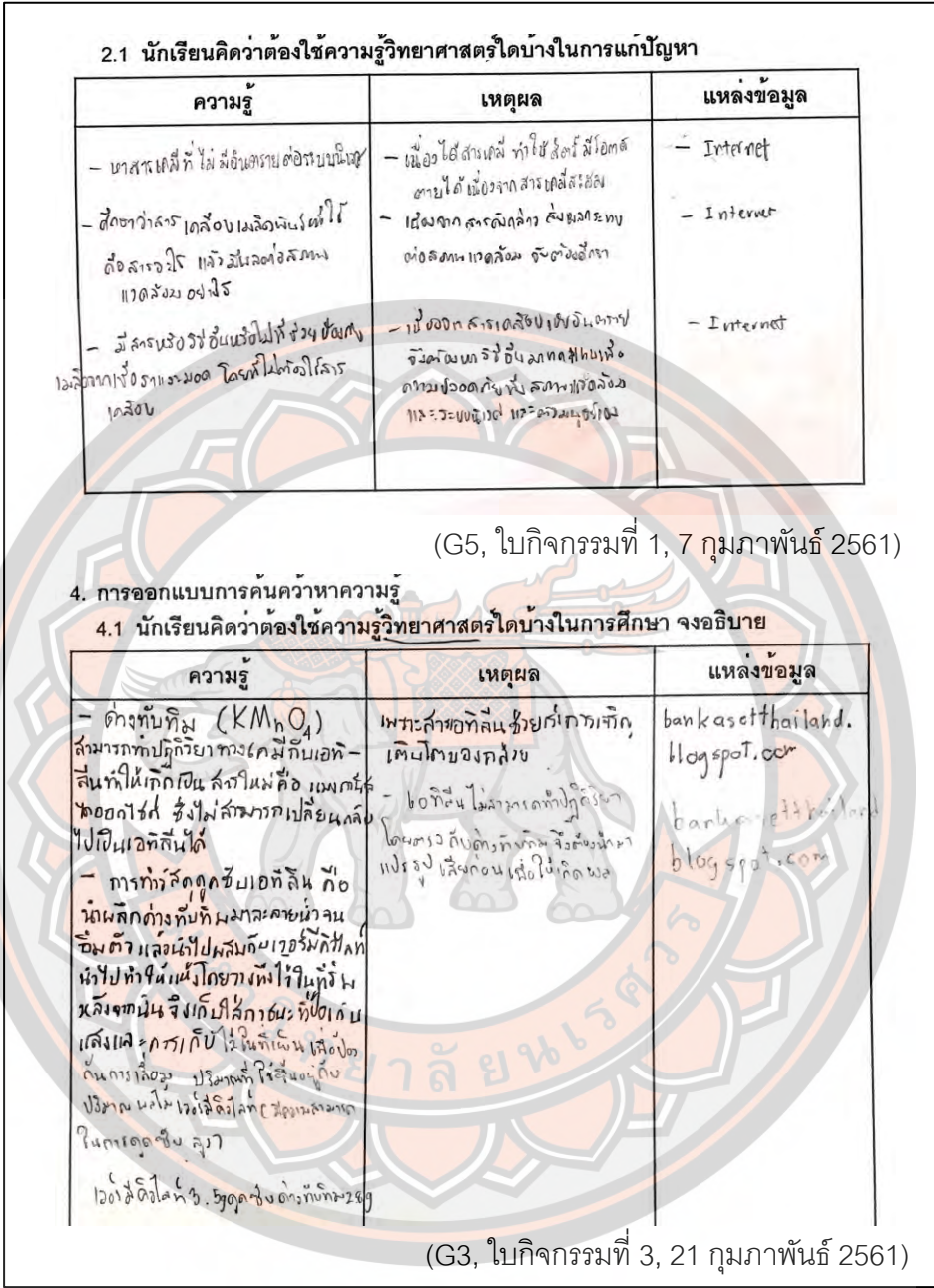
“ควรเตรียมแหล่งข้อมูลให้กับนักเรียนที่ไม่มีอินเทอร์เน็ต”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

“ในกรณีที่ไม่มีโทรศัพท์มือถือควรกระตุ้นให้เข้าไปที่ห้องสมุดเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นคว้าของตนเอง”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 13 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยจึงได้เตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องที่นักเรียนจะเรียน รวมถึงงานวิจัยที่มีคนเคยศึกษามาแล้วบางส่วน โดยมีทั้งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งพบว่านักเรียนทำงานได้เร็วขึ้น และสามารถใช้ประโยชน์จากเอกสารที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้เป็นอย่างดี จากการสังเกตนักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีความชำนาญในการสืบเสาะหาความรู้แล้ว นักเรียนจะเริ่มมีการแยกแยะความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ดีขึ้นและเลือกใช้ข้อมูลที่คิดว่าจะมีประโยชน์ต่องานของตนเองมากกว่าการนำข้อมูลทั้งหมดมาเขียนลงในใบกิจกรรมดังกล่าว 10



ภาพ 10 แสดงการพัฒนาการออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียนในชั้นการค้นคว้า

จากภาพ 10 แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการออกแบบการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะเห็นว่า ข้อมูลที่นักเรียนวางแผนจะสืบค้นมานั้นค่อนข้างกว้าง และเป็นหัวข้อที่ไม่เฉพาะเจาะจงกับปัญหาของตนเอง ซึ่งข้อมูลที่สืบค้นมานั้นไม่ค่อยอาจไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่องานของตนเองได้มากนัก เมื่อผู้วิจัยได้มีการจัดเตรียมเอกสารไว้ให้นักเรียนทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประหยัดเวลาในการสืบค้นมากขึ้น และมีเวลาในการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

การตอบคำถามจากปัญหาของตนเองให้มีความเจาะจงมากขึ้น โดยกล่าวอ้างถึง การใช้ต่างทับทิม ในการเร่งการเจริญเติบโตของกล้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“มีการใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายมากขึ้น และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม นอกเหนือจากเอกสารที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จริงที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในขั้นการค้นคว้านั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. การกำหนดบทบาทให้นักเรียน โดยการให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติตาม สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยบทบาทสมมติที่นำมาใช้ในงานวิจัยนั้นจะเป็นบทบาทของบุคคลที่มี ส่วนได้ส่วนเสียในสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งครูอาจต้องมีการศึกษาหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่นำมาใช้ ว่าบุคคลใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่จะใช้ เช่น ในสถานการณ์ของถั่ว เหลืองจีเอ็มโอ ผู้วิจัยมีการกำหนดบทบาท ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภค และ ประธานบริษัทผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืช ซึ่งจะให้นักเรียนได้มองเห็นมุมมองของคนที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะเกิดความชำนาญในบทบาทนั้นๆ และสามารถสืบค้นข้อมูลได้ดีขึ้น รวมถึงนักเรียนจะมีความเข้าใจบริบทและหน้าที่ของบทบาทสมมตินั้นๆ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนา สมรรถนะย่อยในการบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2. การเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมให้มีความหลากหลาย ในกรณีที่ข้อมูลโดยครูจะเตรียมข้อมูล บางส่วนให้กับนักเรียนไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่อาจมีข้อผิดพลาดในการสืบค้นผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อมูลนั้นจะประกอบด้วยข้อมูลที่น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ได้ดีขึ้น และรวดเร็วขึ้น โดยข้อมูลที่ครูได้จัดเตรียมไว้นั้นครูควรมีการสืบค้นหาข้อมูลที่เป็นไปได้ที่ นักเรียนจะทำการสืบค้นมา ซึ่งประกอบด้วย หนังสือที่มีเนื้อหาเฉพาะเกี่ยวกับหัวข้อที่จะจัด การเรียนรู้ วารสารการเกษตร เอกสารงานวิจัย และบทความการใช้สารเคมีที่มาจากอินเทอร์เน็ต จากการเตรียมข้อมูลนี้ให้กับนักเรียนพบว่า ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะย่อย ในการอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และ ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด

ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ทำการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหา 1 แนวทางที่เหมาะสมของกลุ่มตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนสรุปแนวทางที่กลุ่มตนเองเลือกลงในใบกิจกรรมที่ครูได้แจก จากนั้นผู้วิจัยแจกกระดาษปรีฟและอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ส่วน ได้แก่ 1) ปัญหาที่นักเรียนเลือกศึกษา 2) แนวทางการแก้ปัญหา 3) เหตุผลที่เลือกแนวทางนี้ โดยอธิบายแสดงความเชื่อมโยงแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชดอก 4) จุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา และ 5) แหล่งอ้างอิง ซึ่งในขั้นนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อลงข้อสรุปสิ่งที่ตนเองได้สืบค้นมา แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาจัดกระทำ เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แผนผังความคิด บทบาทสมมติ เป็นต้น

จากผลการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ค้นคว้ากันมาเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากผู้วิจัยให้ระยะเวลาในการทำงานนานเกินไปจึงทำให้นักเรียนเล่นกันในระหว่างการทำงาน ซึ่งทำให้งานไม่เสร็จตามเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งทำให้การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่นักเรียนได้สืบค้นมานั้นยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้ครูยังไม่สามารถประเมินได้ว่านักเรียนสามารถแปลงข้อมูลได้หรือไม่ เนื่องจากชิ้นงานไม่เสร็จ ยิ่งไปกว่านั้นใบกิจกรรมที่นักเรียนเขียนมานั้นยังขาดความสอดคล้องกันของแนวทางการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน เมื่อสมาชิกคนใดทำงานเสร็จแล้วก็จะบันทึกสิ่งที่ตนเองสืบค้นมาลงในใบกิจกรรม ซึ่งข้อมูลที่เขียนในใบกิจกรรมนั้นไม่ค่อยตรงประเด็นและไม่เกี่ยวข้องกันจำนวนมาก สอดคล้องกับผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“ครูควรกระชับเวลาให้สั้นขึ้น เพื่อให้ นักเรียนทำงานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด นอกจากนั้นควรให้นักเรียนมีเวลาในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่นักเรียนเขียนมาใบกิจกรรมไม่ค่อยตรงประเด็น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

ซึ่งในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยได้มีการจัดสรรเวลาในการทำชิ้นงานของนักเรียนให้กระชับมากขึ้น และมีการกำหนดเวลาที่ชัดเจน โดยก่อนที่จะให้นักเรียนทำชิ้นงานนั้นครูควรใช้เวลา

ในการระดมความคิดของนักเรียนก่อนประมาณ 10 นาที เพื่อให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนที่ได้ศึกษามาก่อนเริ่มวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล เมื่อถึงเวลาในการทำชิ้นงาน ครูควรกำหนดเวลาในการทำชิ้นงาน 30 นาที ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าน่าจะเพียงพอต่อปริมาณงานและจำนวนสมาชิกภายในกลุ่มของนักเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทำงานได้เร็วขึ้น ซึ่งระหว่างการทำชิ้นงานผู้วิจัยได้มีการเดินสำรวจและสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยถามนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับและสิ่งที่แต่ละคนได้จากการสืบค้น ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ยังไม่มีความคืบหน้าของงานจะกระตือรือร้น ส่วนนักเรียนคนที่ทำงานเสร็จแล้วก็จะได้รับคำแนะนำเพื่อไปปรับปรุงงานให้มีคุณภาพมากขึ้น ดังภาพ 11



ภาพ 11 แสดงภาพการสร้างชิ้นงานของนักเรียนในขั้นระดมความคิดวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 11 แสดงให้เห็นภาพการทำงานชิ้นงานของนักเรียน โดยหลังจากที่นักเรียนได้ระดมความคิดแล้วนั้น แต่ละกลุ่มจะแบ่งหน้าที่กันทำชิ้นงาน โดยแยกส่วนในการทำงานเป็นแต่ละหัวข้อที่ครูได้กำหนดให้และทำงานตามความถนัดของตนเอง เช่น แบ่งหน้าที่ในการเขียน วาดภาพ และ ตกแต่งชิ้นงาน

ระหว่างการทำชิ้นงานผู้วิจัยได้สังเกตเห็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลที่ตนเองได้รับกับสมาชิกภายในกลุ่ม สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการอภิปรายและสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ได้ดีขึ้น”

(ครูชีวิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนจัดกระทำข้อมูลได้ดีขึ้นและใช้เวลาในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด แต่ชิ้นงานที่นักเรียนทำนั้นมีรูปแบบที่ยังไม่แสดงถึงการใช้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เนื่องจากทุกกลุ่มทำการสรุปและเขียนสิ่งที่สืบค้นมาเป็นการบรรยาย ดังแสดงในชิ้นงานที่ 1 ภาพ 13 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“รูปแบบชิ้นงานควรมีความหลากหลายมากกว่านี้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้สร้างเงื่อนไขให้นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานให้มีตัวหนังสือให้น้อยที่สุด โดยให้นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการนำเสนอที่มีรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งพบว่า ชิ้นงานที่นักเรียนจัดทำขึ้นนั้นมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบให้ดูเข้าใจง่ายขึ้นและเน้นการอธิบายเป็นรูปภาพแทนการเขียนบรรยาย สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีวิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนทำข้อมูลที่ได้นำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ”

(ครูชีวิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

จากการที่ครูสร้างเงื่อนไขให้นักเรียนในการปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานพบว่านักเรียนมีการแปลงข้อมูลจากรูปแบบของข้อความที่มาจากแหล่งข้อมูลที่มีความซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังที่แสดงในภาพ 12

ปัญหา: การเลือกใช้สารเคีโอบเมล็ดพันธุ์
ส่งผลต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไร ?

วิธีการแก้ปัญหา: สารเคีโอบเมล็ดพันธุ์แบบเดิม (meliponellae)

มุ่งให้ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในบริเวณใกล้เคียงระบบเกษตรกรรม และทั้งสารเคีโอบตกค้างในดินและในน้ำในภายหลังที่เราเลือกใช้ใช้ฟอสเฟตเคีโอบจาก glycerol, โพรพิลีน, ๓-แอลกอฮอล์ ซึ่งล้วนเป็นวัสดุได้จากธรรมชาติ

และจากการพัฒนาของ IATP ค้นพบพัฒนากรรมวิธีไทย และสาขาฯ ได้ผลิตและมีคุณภาพเทียบเท่ากับสารเคีโอบเคมี แต่ไม่ใช้สารตกค้าง

เหตุผล: สารเคีโอบเมล็ดพันธุ์จากธรรมชาติได้ผลดีและไม่ทิ้งสารตกค้าง

ขั้นตอนวิธี:

1. นำเมล็ดพันธุ์มาล้างด้วยน้ำสะอาด
2. ใช้สารเคีโอบแบบเดิม
3. ใช้สารเคีโอบแบบใหม่

ข้อดีและข้อเสีย:

- + ข้อดี: ไม่ใช้สารเคมี, ปลอดภัย, ปลอดภัย
- ข้อเสีย: วิธีการผลิตยุ่งยาก, ต้นทุนสูง

ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม:

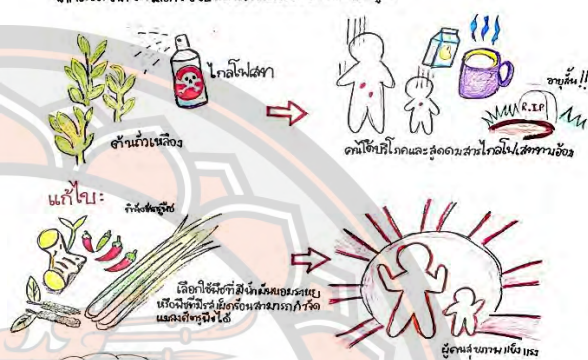
- ไม่ใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต
- ไม่ทิ้งสารตกค้างในภายหลัง
- 100% Organic

No. 11, 15, 19, 24, 32

กลุ่ม ๓

ปัญหา: สารที่ตกค้างในดินแล้วหรือมีผลต่อผู้บริโภคอย่างไร ?

วิธีการแก้ไข: สารที่ตกค้างในดินแล้วหรือมีผลต่อผู้บริโภคโดยองค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และเป็นสาเหตุของมะเร็งต่างๆ เราจึงเลือกใช้สารจากธรรมชาติ ๓๓ ชนิด ใช้ เป็นสารกำจัดวัชพืช และแมลงศัตรูพืช



ข้อดี - ข้อเสีย:

- + ปลอดภัย ไม่ได้ผลกระทบสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
- ผลิตได้ยากและต้นทุนสูง

(G7, ชิ้นงานที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

(G7, ชิ้นงานที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ภาพ 12 แสดงชิ้นงานที่แสดงการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง

จากภาพ 12 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนในการแปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบการบรรยาย เมื่อผู้วิจัยได้สร้างเงื่อนไขในการทำชิ้นงานให้กับนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลได้ดีขึ้น โดยเน้นการใช้ภาพในการสื่อความหมายแทนการบรรยาย

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการระดมความคิดควรมีลักษณะดังนี้

1. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการระดมความคิดก่อนที่จะลงมือทำชิ้นงาน โดยก่อนที่ครูจะให้ให้นักเรียนทำชิ้นงาน ครูควรชี้แจงภาระงานของในชั่วโมงนี้ว่านักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง จากนั้นให้เวลานักเรียนในการระดมความคิด โดยครูจะให้เวลา 10 นาทีในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนระบุข้อสันนิษฐาน หรือประจักษ์พยานในการสนับสนุนสิ่งที่ตนเองได้ศึกษามาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนได้วางแผนในการจัดทำชิ้นงานก่อนที่จะลงมือจริง

2. การให้เวลานักเรียนได้ทำชิ้นงานอย่างเต็มที่ โดยหลังจากที่นักเรียนมีการระดมความคิดแล้วนั้น นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาจัดกระทำ เพื่อนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แผนผังความคิด บทบาทสมมติ เป็นต้น (ดังแสดงในภาพ 8) ซึ่งในขั้นนี้ครูควรให้เวลานักเรียนทำชิ้นงานอย่างน้อย 30 นาที โดยจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีเวลาในการคิดและออกแบบการแปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นซึ่งมาจากรูปแบบที่มีความหลากหลายและซับซ้อนไปยังอีกรูปแบบอื่น โดยระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายในแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ

ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาจะมีเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที (ดังแสดงในภาพ 13) ซึ่งนักเรียนจะได้อธิบายความรู้ที่ได้จากการสืบค้นของกลุ่มตนเอง หลังจากนั้นครูจะให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสโต้แย้งข้อมูลที่เพื่อนกลุ่มอื่นสืบค้นมา และประเมินแนวทางการแก้ปัญหาจากข้อดีและข้อด้อยของแต่ละแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งครูควรเพิ่มคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายประกอบ จากนั้นครูสรุปแต่ละแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน โดยในขั้นนี้ให้เวลาในการตัดสินใจประมาณ 10 นาที



ภาพ 13 แสดงการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาในขั้นตัดสินใจในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยมีการอธิบายถึงวิธีการและเหตุผลในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆ ซึ่งในช่วงเวลาในการนำเสนอผลงานนั้นจะใช้เวลาค่อนข้างนานและทำให้เวลาในการถามคำถามของเพื่อนกลุ่มอื่นไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากครูได้มีการกำหนดหัวข้อหรือประเด็นสำคัญที่จะให้นักเรียนนำเสนอไว้ก่อนแล้ว จึงทำให้นักเรียนมีการนำเสนอได้ชัดเจนและตรงประเด็น ไม่ออกนอกประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังนำเสนออยู่ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยและครูที่สอนชีววิทยาที่มีความเห็นในทิศทางเดียวกันที่กล่าวว่า

“ควรให้เวลากับการนำเสนอมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

“ครูควรมีการกำหนดเวลาในการนำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอครบประเด็นในทุกประเด็น แต่ต้องไม่ลืมส่วนในการถามตอบท้ายการนำเสนอด้วย”

(ครูที่สอนชีววิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไปผู้วิจัยจึงมีการกำหนดเวลาในการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นเวลา 5 นาที และเวลาในการถามตอบอีก 3 นาที ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นและทำให้สามารถควบคุมเวลาให้ดำเนินกิจกรรมได้เสร็จตามเวลา ซึ่งในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่เกิดขึ้นในระหว่างการถามตอบนั้นจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสืบเสาะหาความรู้มา เพื่อใช้ในการโต้แย้งข้อมูลจากเพื่อน รวมถึงยังได้มีโอกาสในการประเมินข้อโต้แย้งที่เพื่อนกลุ่มอื่นได้นำเสนอมาด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการถามตอบมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า คำถามที่นักเรียนถามนั้นเป็นคำถามที่ไม่ตรงประเด็นซึ่งทำให้เสียเวลาในการถามตอบและไม่ได้ข้อมูลที่ น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลดังกล่าวไปพิจารณาข้อโต้แย้งของแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้วิจัยที่กล่าวว่า

“ควรมีการแนะแนวคำถามที่จะใช้ในการถามตอบ ให้มีความตรงประเด็นมากขึ้น และเป็นคำถามช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น นักเรียนควรถามว่า ทำไมจึงใช้แนวทางการแก้ปัญหานี้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ เพราะเหตุใดวิธีการแก้ปัญหานี้จึงช่วยลดผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม หรือข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหากลุ่มตนเองคืออะไร”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนข้อความในการถามตอบให้แก่แต่ละกลุ่ม โดยนอกจากที่เพื่อนถามแล้วนั้น ผู้วิจัยจะเพิ่มข้อความของตนเองให้กับสมาชิกในกลุ่มคนอื่นที่ยังไม่ถูกถามอีกด้วย ซึ่งจะเป็นข้อความที่ถามถึงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่กลุ่มสืบค้นมา เช่น ในการรวมควันทันด้วยด้วยสารเอซิติลดีไฮด์ที่นักเรียนใช้นั้นช่วยชะลอการสุกได้อย่างไร โดยนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาตอบคำถาม นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยเริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน ซึ่งในกลุ่มถัดไปได้มีการเริ่มมีการตั้งคำถามที่จะต้องมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบการอธิบาย สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่สอนชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนสามารถประเมินและตอบข้อโต้แย้งได้”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตัดสินใจควรมีลักษณะดังนี้

1. ครูควรชี้แนะการถามคำถามของนักเรียนในช่วงถามตอบ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากคำถามที่เพื่อนตอบในการพิจารณาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลของแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มได้ โดยลักษณะคำถามที่ครูควรให้นักเรียนใช้ในการถามควรเป็นคำถามที่เป็นคำถามหาแนวทางในการนำไปใช้ต่อ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพราะเหตุใด หรืออย่างไร ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้มีโอกาสในการประเมินข้อโต้แย้งจากของเพื่อนกลุ่มอื่น และกลุ่มที่ถูกถามก็จะมีได้มีการแสดงสมรรถนะการอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ในการนำแนวทางการแก้ปัญหามาใช้

2. ในการนำเสนอผลการศึกษาของนักเรียน ครูควรกำหนดประเด็นในการนำเสนอให้ชัดเจน โดยกำหนดให้นักเรียนระบุปัญหาที่กลุ่มตนเองต้องการศึกษา แนวทางการแก้ปัญหา วิธีการประเมินแนวทางการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง ข้อดีและข้อด้อยของแนวทางของตนเอง และแหล่งที่มา

ของข้อมูล ซึ่งการที่ครูให้นักเรียนแสดงหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ในการนำเสนอ นั้น จะช่วยให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้มีโอกาสในการพิจารณาหลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อประกอบการ ตัดสินใจ

นอกจากนี้ผู้วิจัยและครูชีววิทยาทั้ง 2 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ร่วมสังเกตได้ประเมินความสำเร็จของ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนา การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ตั้งแต่ช่วงครั้งที่ 2-3 พบว่า ผู้วิจัยและ ครูชีววิทยาได้เห็นตรงกันว่าจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาการรู้ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ด้วยเหตุผลดังนี้

“ประสบความสำเร็จ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ครูให้สถานการณ์และอธิบาย องค์ความรู้ได้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

“การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จต่อความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยดี”

(ครูชีววิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

“ประสบความสำเร็จพอสมควร แต่อาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมหรือครูช่วย ในการสืบค้นข้อมูล ให้คำแนะนำมากขึ้นกับนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เพื่อกระตุ้น ความสนใจของนักเรียน”

(ครูชีววิทยาคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

“ประสบความสำเร็จ เนื่องจากนักเรียนสามารถพิจารณาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์และได้หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

“การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนสอดคล้องเป็นไปต่อการพัฒนาการเรียนรู้ และการรู้วิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้จริง”

(ครูชีววิทยาคนที่ 1, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

“ประสบความสำเร็จ ทำให้นักเรียนรู้ความเป็นบทบาทที่ได้รับ และมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านจากการหาข้อมูล ได้แย้ง และมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น”

(ครูชี้วิทยาคคนที่ 2, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนชื่นชอบและรู้สึกว่าการเรียนนั้นได้เกิดทักษะใหม่ๆ หลังจากที่ได้เรียนไป โดยกล่าวอ้างถึง การสืบค้นข้อมูล การสรุปข้อมูล และการอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 สมรรถนะ ดังการสะท้อนของนักเรียนที่กล่าวว่า

“รู้สึกชอบการเรียนรู้แบบนี้ เพราะเหมือนได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และยังทำให้เกิดทักษะในการสืบค้นข้อมูล การสรุปสิ่งที่ได้หามา และรู้ว่าจะต้องอธิบายสิ่งที่ค้นคว้ามานั้นอย่างไรจึงจะน่าสนใจและช่วยแก้ปัญหาได้จริงๆ ซึ่งทำให้รู้ว่าสิ่งที่เราเรียนมานั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์และแก้ไขปัญหามากมาย”

(นักเรียนเลขที่ 31, แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอกได้ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูชี้วิทยา แสดงให้เห็นว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นนั้นสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมและเพิ่มบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนให้มากขึ้น เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและเกิดการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
ขั้นสร้าง ความสนใจ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผู้สอน จัดเตรียมไว้สำหรับนักเรียน นั้นไม่ค่อยมีความน่าสนใจ และเป็นตัวอย่างที่มีความ คล้ายกัน และไม่มี ความ หลากหลาย จึงทำให้นักเรียน ไม่มีประเด็นในการอภิปราย หรือพูดคุยเกี่ยวกับหัวข้อ ดังกล่าว	- ผู้สอนได้ให้นักเรียนเตรียม ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ ที่จะเรียนมาเอง ทำให้นักเรียน เกิดความสนใจและกระตุ้น ผู้เรียนให้มีการตั้งคำถามและ อภิปรายมากขึ้น - เวลาในการอภิปรายและ ตั้งปัญหานั้นน้อยเกินไป ทำใ้ นักเรียนไม่มีโอกาสในการ พูดคุยเกี่ยวกับการตรวจสอบ ประเด็นปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น	ผู้สอนได้เพิ่มเวลาในการ อภิปรายและตั้งปัญหาใน ช่วงแรกของการนำเข้าสู่บทเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมก่อนตั้ง ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถ ระบุปัญหาจากสถานการณ์ข่าว ได้ตรงประเด็นขึ้น	1. ผู้สอนควรใช้สถานการณ์ข่าวที่ใกล้ตัว ผู้เรียนและเสนอผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการ จัดเตรียม เช่น สถานการณ์ที่นำมาใช้ใน เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืช ควรเกี่ยวข้องกับเรื่องของการเจริญ เติบโตของพืช ซึ่งผู้วิจัยใช้สถานการณ์ “สารเคือบเมล็ด” จะช่วยส่งเสริมใ้กับ นักเรียนตั้งปัญหาได้มากขึ้น

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
ขั้นการ ค้นคว้า	ในช่วงเริ่มต้นของขั้นนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความ สับสนในบทบาทและหน้าที่ ของตนเอง ซึ่งทำให้การทำ กิจกรรมใช้เวลานานและ นักเรียนบอกวิธีการและ ประเมินการสำรวจตรวจสอบ ปัญหายังไม่ชัดเจน	- ผู้สอนได้มีการอธิบาย รายละเอียดของบทบาทสมมติ ที่นักเรียนได้รับก่อนที่เริ่มต้น ทำกิจกรรมการค้นคว้า ซึ่งทำ ให้นักเรียนสามารถปฏิบัติ หน้าที่ตามบทบาทที่ได้รับเป็น อย่างดี	- ผู้สอนได้ทำการจัดสรรเวลาใน การทำกิจกรรมในขั้นนี้ โดย แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงให้อิสระ ในการค้นคว้า ช่วงสอบถาม ความก้าวหน้า และช่วงให้คำ ชี้แนะเพิ่มเติม ซึ่งทำให้นักเรียน แต่ละกลุ่มกระตือรือร้นและ ทำงานสำเร็จทันเวลา	2. การให้เวลานักเรียนในการอภิปราย สาเหตุและผลกระทบของสถานการณ์ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนตั้งปัญหาที่ ต้องการศึกษาและสามารถบอกได้ว่า ปัญหาที่ตั้งนั้นสามารถตรวจสอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ 1. การกำหนดบทบาทสมมติของบุคคลผู้ มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ เช่น สถานการณ์ถั่วเหลือง จีเอ็มโอ มีการกำหนดบทบาท ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภค และประธานบริษัทผลิตภัณฑ์กำจัด วัชพืช ช่วยส่งเสริมการบอกวิธีการและ ประเมินการสำรวจตรวจสอบปัญหา

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
		- เกิดปัญหาในการสืบค้น ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ทำให้ ไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้และ งานเสร็จไม่ทัน	- ผู้สอนจัดเตรียมเอกสารที่ เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องที่เรียน โดยเป็นข้อมูลที่มีความ น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ ทำให้นักเรียนสามารถสืบค้น ข้อมูลและอธิบายความ น่าเชื่อถือของข้อมูลได้ดีขึ้น	2. การจัดเตรียมเอกสารหรือข้อมูล เพิ่มเติมให้กับนักเรียน จากแหล่งข้อมูล ต่างๆ โดยข้อมูลที่นำมาให้นักเรียนนั้น จะต้องประกอบด้วยข้อมูลที่มีความ น่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ เพื่อส่งเสริม การอธิบายความน่าเชื่อถือของข้อมูล ของนักเรียน
ขั้นระดม ความคิด	- ผู้สอนให้เวลานักเรียนใน การทำงานมากเกินไป ทำใ้ นักเรียนทำงานไม่เสร็จตาม เวลา	- ผู้สอนได้จัดสรรเวลาในการ ทำชิ้นงานของนักเรียนให้ กระชับมากขึ้น กำหนดเวลาให้ ชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน ทำงานได้เร็วขึ้น	- ผู้สอนสร้างเงื่อนไขให้นักเรียน มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบชิ้นงาน ให้อยู่ในรูปแบบอื่นที่ นอกเหนือจากการเขียนบรรยาย ซึ่งนักเรียนสามารถจัดกระทำ	1. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มี การระดมความคิดก่อนที่จะลงมือทำ ชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความ คิดเห็นและเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
- นักเรียนส่วนใหญ่มีการจัด กระทำข้อมูลที่ยังคงเป็น รูปแบบสรุปสิ่งที่สืบค้นมาให้ อยู่ในรูปแบบของการ บรรยาย ทำให้การแปลง ข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่ อีกรูปแบบหนึ่งยังไม่สำเร็จ เท่าที่ควร	- นักเรียนมีเวลาในการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นน้อย ทำให้การเขียนใบกิจกรรมไม่มี ความสอดคล้องกัน เนื่องจาก ต่างคนต่างเขียนเฉพาะสิ่งที่ ตนเองรับผิดชอบ	ข้อมูลได้อยู่ในรูปแบบที่แตกต่าง ไปจากเดิม เข้าใจมากขึ้น และมี การใช้รูปภาพ หรือแผนภาพ อธิบายแนวทางการแก้ปัญหา แทนการเขียนแบบบรรยาย - ผู้สอนได้เพิ่มเวลาในการระดม ความคิดของนักเรียนก่อนที่จะ ให้นักเรียนลงมือทำชิ้นงาน	ของกลุ่ม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียน ระบุข้อสันนิษฐานในการสนับสนุนสิ่งที่ ตนเองได้ศึกษามาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ นักเรียนยังได้วางแผนในการจัดทำ ชิ้นงานก่อนที่จะลงมือจริง 2. การให้เวลานักเรียนได้ทำชิ้นงานอย่าง น้อย 30 นาที โดยจะส่งเสริมให้นักเรียน มีเวลาในการคิดและออกแบบการแปลง ข้อมูลไปยังรูปแบบอื่น โดยระบุ ใช้ และ สร้างรูปแบบเพื่อใช้ในการอธิบายให้ผู้อื่น เข้าใจง่ายขึ้น	

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
	1	2	3	
ขั้นตัดสิ้นใจ	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการนำเสนอค่อนข้างนาน ทำให้เวลาในการถามคำถามของเพื่อนกลุ่มอื่นไม่เพียงพอ	- ผู้สอนควรกำหนดเวลาในการนำเสนอของนักเรียน โดยแบ่งเป็นนำเสนอ 5 นาที และถามตอบ 3 นาที ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นและควบคุมเวลาดี	- ผู้สอนได้ชี้แนะแนวทางการถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ประโยชน์จากคำตอบที่เพื่อนตอบได้ โดย โดยตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน ซึ่งในกลุ่มถัดไปได้มีการเริ่มมีการตั้งคำถามที่จะต้องมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการอธิบาย	1. การยกตัวอย่างลักษณะคำถามที่ควรถาม เช่น ทำไม เพราะเหตุใด หรืออย่างไร จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสในการประเมินข้อโต้แย้งจากของเพื่อนกลุ่มอื่น และกลุ่มที่ถูกถามก็จะเกิดการอธิบายศักยภาพของความรู้ในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้ได้
	- นักเรียนถามคำถามยังไม่ตรงประเด็น ซึ่งทำให้เสียเวลาในการถามตอบ และไม่ส่งเสริมให้เกิดโต้แย้งข้อมูลที่เป็นประโยชน์			2. ในการนำเสนอ ครูควรกำหนดประเด็นในการนำเสนอให้ชัดเจน ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานที่ค้นคว้าในการนำเสนอ นั้น จะช่วยให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้มีโอกาสในการพิจารณาหลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อใช้ตัดสินใจ

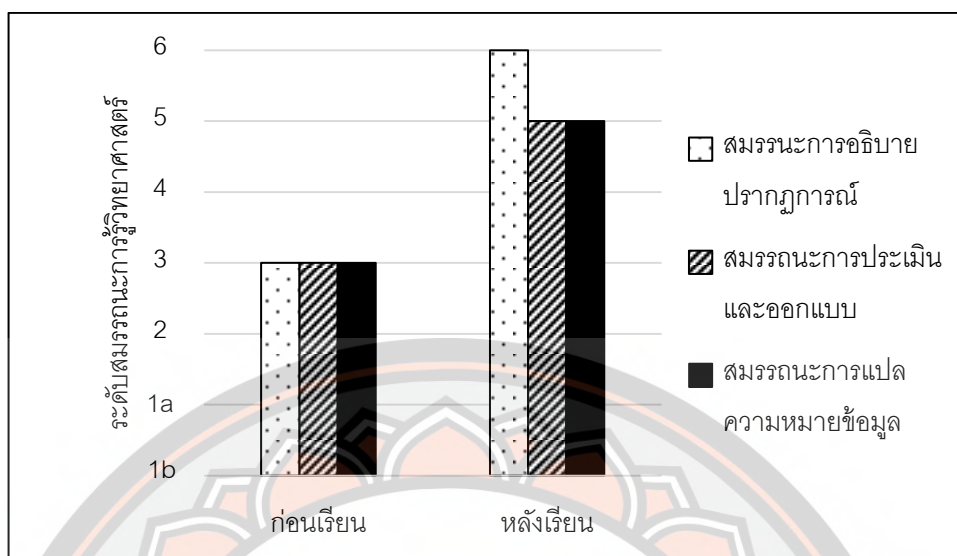
ตอนที่ 2 ผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยเป็น 1) ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 2) ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร และ 3) ผลการเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

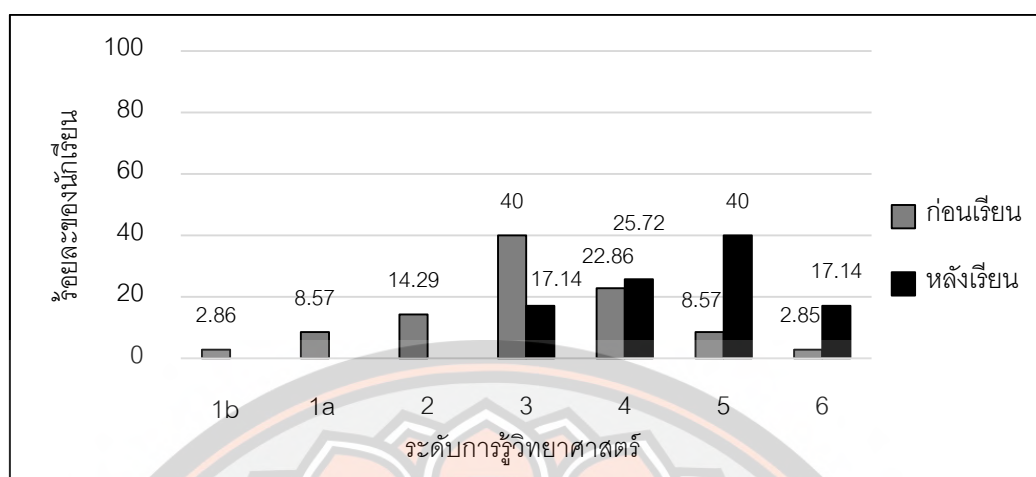
ผลวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บข้อมูลจากก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งพบว่า นักเรียนมีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งประเมินตามเกณฑ์การประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ และแบ่งมาตรวจวัดเป็น 7 ระดับ (ระดับ 1b - ระดับ 6) สามารถสรุปผลการประเมินระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ดังภาพ 14



ภาพ 14 แสดงระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากผลของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในภาพ 15 พบว่า นักเรียนมีระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น เป็นระดับ 6 และ 5 ตามลำดับ จากระดับ 3 ของก่อนเรียนโดยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับเพิ่มขึ้น เป็นระดับ 6 จากระดับ 3 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีระดับเพิ่มเป็นระดับ 5 จากระดับ 3

เมื่อพิจารณาผลของระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ระดับ 3 เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นระดับ 5 โดยผู้วิจัยจะแสดงเป็นระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ดังภาพ 15

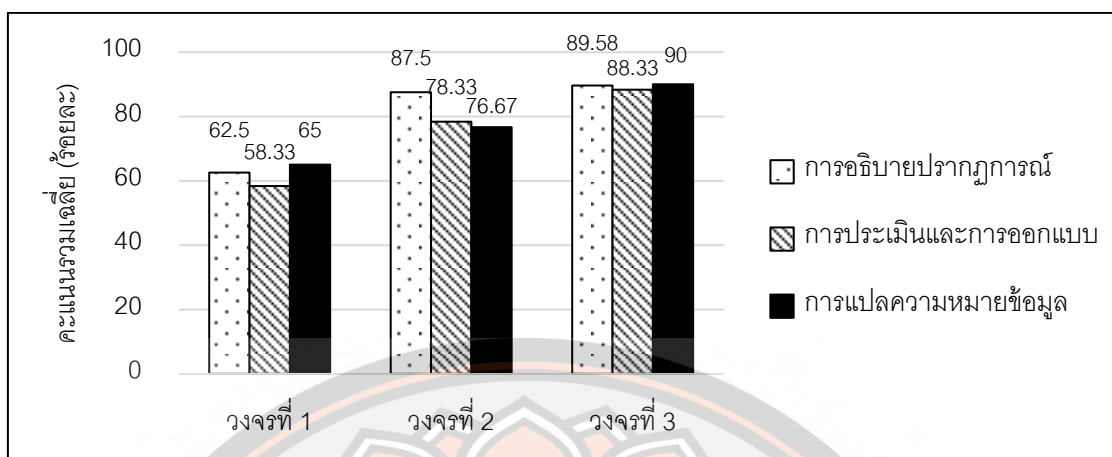


ภาพ 15 แสดงระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

จากภาพ 15 แสดงระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่าระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้นั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ 3 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนเท่ากับร้อยละ 40 รองลงมาคือระดับ 4 และ ระดับ 2 โดยหลังการจัดการเรียนรู้นี้พบว่า ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 3 - ระดับ 6 โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 5 รองลงมาคือระดับ 4

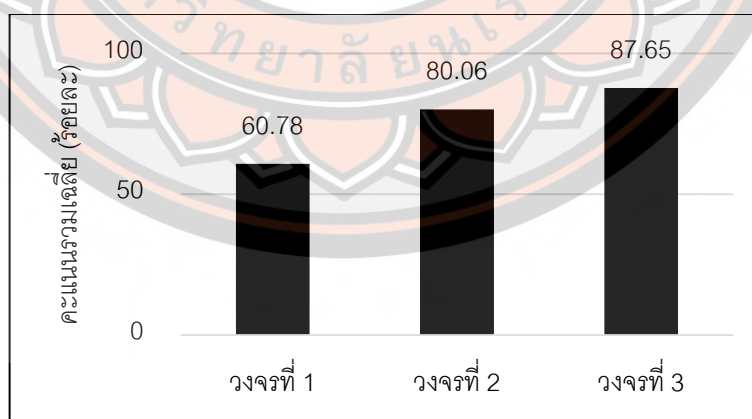
2. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

ผลวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้ทำงาน T เป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นเหมือนร่องรอยในการแสดงสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละสมรรถนะย่อยทั้ง 3 วงจร โดยผลการวิจัยการเปรียบเทียบสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 แสดงดังภาพ 16



ภาพ 16 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ใน 3 วงจร

จากภาพ 16 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงในทุกสมรรถนะ โดยดูจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะของแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยพบว่าสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละวงจร ซึ่งเท่ากับร้อยละ 79.86 รองลงมาคือ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เท่ากับร้อยละ 77.22 และคะแนนเฉลี่ยน้อยสุด คือ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เท่ากับร้อยละ 75 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยของทุกสมรรถนะในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะได้ผลดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของแต่ละวงจร

จากภาพ 17 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากการให้คะแนนจากใบกิจกรรม โดยนักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ย

เท่ากับร้อยละ 60.78, 80.06 และ 87.65 ตามลำดับ โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะย่อยของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย และการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 62.50 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

จากผลการตรวจสอบชิ้นงานที่นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างรูปแบบในการอธิบายเหตุผลว่าแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองนั้นมีวิธีการอย่างไร พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถระบุ ใช้ข้อมูลที่สืบค้นมา และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในระดับดี โดยนักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนปานกลางเกี่ยวกับการปรับปรุงสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในรูปแบบการบรรยาย โดยกล่าวอ้างถึง โครงสร้างทางเคมีของ Poly (ethylene glycol) 600 ที่เปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้สารเคมีชนิดเดิมมีความเป็นพิษน้อยลง โดยนักเรียนใช้โครงสร้างทางเคมีเป็นตัวแทนประกอบการอธิบาย ดังภาพ 18

ปัญหา!
 สารเคมีชนิดใดที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ที่เป็นมิตรต่อระบบนิเวศ
 วิธีการแก้ปัญหา

ใช้ Poly(ethylene glycol) 600 แทนสารเคมีชนิดเดิมที่ใช้เคลือบ เนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำ สามารถป้องกันเมล็ดพันธุ์ และดูดซึมเข้าร่างกายได้
 น้อยมาก ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
 ลดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมอย่างไร?
 เป็นสารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตก็จะปลอดภัยต่อสารเคมีชนิดนี้

ข้อดี- ข้อเสีย
 ใ้เหตุผล

จำนวนหัวข้อ sale คุ้มไหม? อันนี้ต้องคิดอีกที

ตัวอย่างของข้าวที่เน่หรือ... เมทานิล ๑
 คาร์โบซิล ๒
 แคปแซน ๓

๑ เมทานิล
 - ทุรกันดาร
 - ปลูกในน้ำ
 - ควบคุมศัตรูพืชได้ไม่ดีนัก

๒ คาร์โบซิล
 - ส่งผลกระทบต่อคนปลูก
 - ควบคุมศัตรูพืชได้ไม่ดีนัก

๓ แคปแซน
 - ส่งผลกระทบต่อคนปลูก
 - ควบคุมศัตรูพืชได้ไม่ดีนัก

Linear Formula : $H(OCH_2CH_2)_nOH$
 ข้อดี : ความเป็นมิตร และ พืชในดินชนิด
 ในดินดี และ สามารถดูดซึมเข้าร่างกาย
 ได้ดี
 ข้อเสีย : มีราคาค่อนข้างสูงกว่าสารเคมีอื่น
 ปัจจุบัน
 คนปลูก มีครบรอบนี้เอง ที่ไม่ไปหาคำปรึกษา
 ตัวอย่างการใช้ : peg 335g มีทั้งในกระป๋อง ๑g
 การนำไปใช้ : ใช้คู่กับสารทอลูมิทาลิม (Talcum) ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO₂)
 และสี

Cr. thairath.co.th

ภาพ 18 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้าง
 รูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลในระดับดี (G1, ชิ้นงานที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลเพื่อ
 ใช้ในการอธิบายในระดับปานกลาง โดยนำเสนอในรูปแบบโครงสร้างของโคโตซาน แต่ขาดซึ่งการ
 บรรยายถึงกลไกในการยับยั้งการเกิดเชื้อราหรือโรคพืชอย่างไร โดยกล่าวอ้างเพียงการใช้สาร
 โคโตซานในการเคลือบเมล็ดแทนสารชนิดเดิม ดังภาพ 19

→ **ปัญหาที่พบ** สารชนิดใดที่สามารถใช้เคลือบเมล็ดแทนสารเคมี
วิธีแก้ปัญหา ใช้สารโคไโตซานเคลือบเมล็ดแทนสารเคมีหรือ
เหตุผล โคไโตซานสามารถยับยั้งการเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคไหม้พืช
 และช่วยเร่งรากได้
ข้อดี - สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และทำได้ง่าย
ข้อเสีย - โคไโตซานสามารถดูดซับวิตามิน A, D, E และ K ซึ่งอาจเกิดผลเสีย

การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 โคไโตซานสามารถพบได้จากเปลือกกุ้ง กระจดองปู และ แหนปลาหมึก
 ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ประโยชน์และอาจถูกทิ้งโดยเสียเปล่า และโคไโตซานไม่มีพิษ
 ต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

OC[C@H]1O[C@@H](O)[C@H](O)[C@@H](O)[C@H]1O

กลุ่ม 4

ภาพ 19 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติงานที่ 1 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลในระดับปานกลาง (G4, ชิ้นงานที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

การอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม จากผลการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนอธิบายถึงผลกระทบของแนวทางการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถแนวทางการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบการบรรยายได้ในระดับดีมาก โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงในการอธิบายประกอบ โดยกล่าวอ้างถึงกลุ่มของสารเคมีที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต เช่นคำว่า “มีผลต่อการสะสมสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร” ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ช่วยลดปริมาณสารเคมีที่มีผลต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อม เพราะใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งมีผลต่อการสะสมสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร แต่ปุ๋ยอินทรีย์ไม่ได้มีผลเสียใดๆ ต่อธรรมชาติ”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

นักเรียนร้อยละ 75 มีอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมในรูปแบบการบรรยายได้ในระดับดี โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง ในการอธิบาย นักเรียนได้กล่าวอ้างถึงสารที่มาจากธรรมชาติจะไม่ทิ้งสารตกค้าง หรือก่อให้เกิด ความเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ไคโตซานเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ ไม่ทิ้งสารตกค้างในระบบนิเวศน์และ ผู้บริโภค สามารถป้องกันแมลงและเชื้อราได้ดี ทั้งยังผสมสารที่จำเป็นต่างๆ สำหรับพืช จึงไม่ทิ้งสาร ตกค้างในสิ่งแวดล้อม”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

นักเรียนร้อยละ 12.5 มีการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ในระดับปานกลาง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายในการอธิบายประกอบ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“วิธีการดังกล่าวสามารถลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในพืช และยังสามารถ ลดปริมาณการเสียชีวิตของสิ่งมีชีวิตจากการตกค้างของสารเคมีได้”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

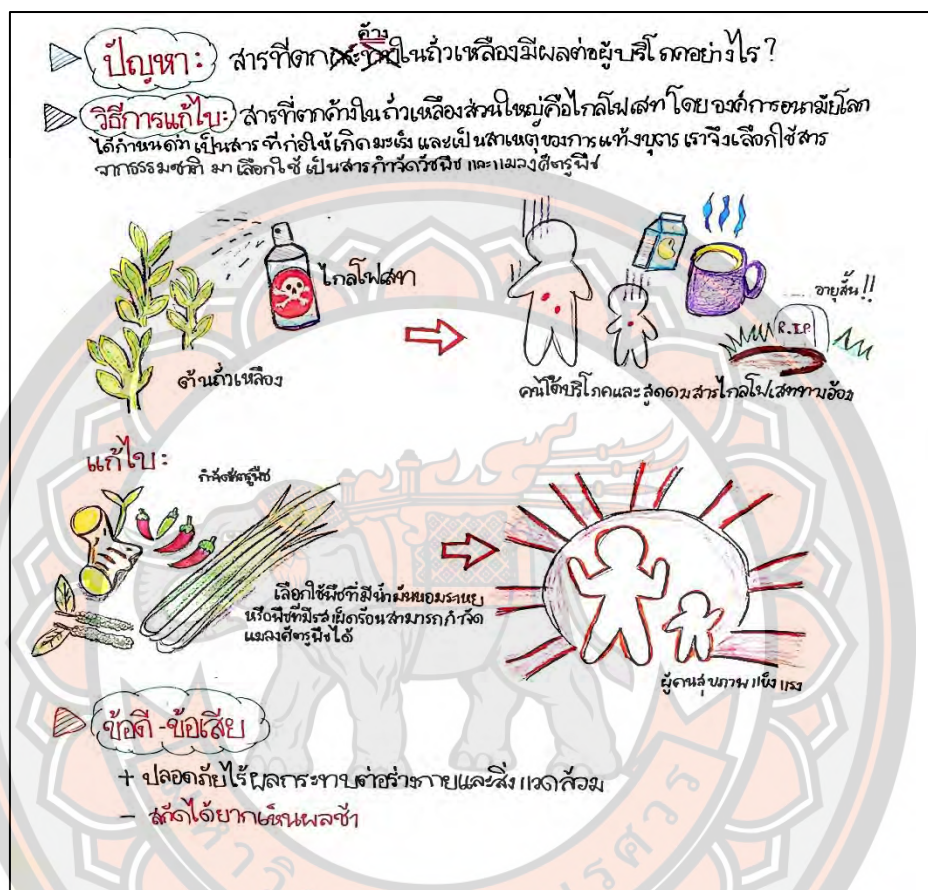
วงจรมติการที่ 2 เทคโนโลยีชีวภาพ

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียน ต้องสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย และมีความสามารถในการอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม โดยพบว่านักเรียนมี คะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.50 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

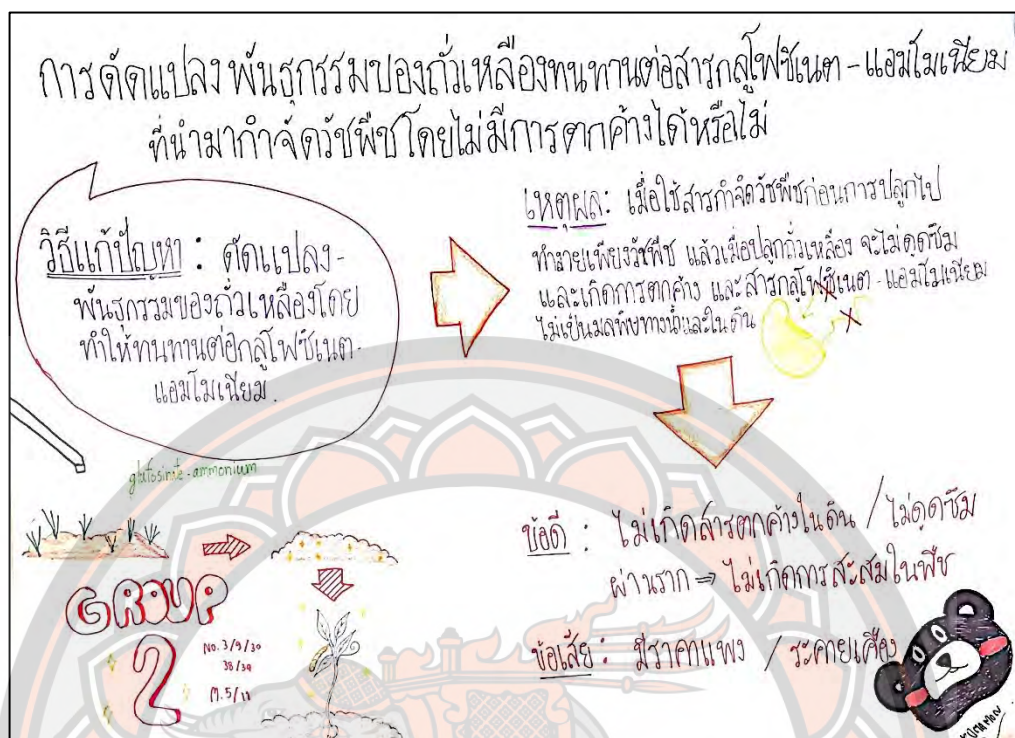
จากผลการตรวจสอบชิ้นงานที่นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างรูปแบบในการอธิบายเหตุผลว่าแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองนั้นมีวิธีการอย่างไร พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถระบุ ใช้ข้อมูลที่สืบค้นมา และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายได้ในระดับดี โดยนำเสนอในรูปแบบที่ซับซ้อน

ปานกลางเกี่ยวกับการใช้สารอื่นทดแทนไกลโฟเสทในการปลูกถั่วเหลืองโดยใช้รูปภาพในการอธิบายถึงแนวทางการแก้ปัญหา ดังภาพ 20



ภาพ 20 แสดงชิ้นงานนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายในระดับดี (G8, ชิ้นงานที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนของข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายได้ในระดับปานกลาง โดยนำเสนอในรูปแบบการบรรยายอย่างง่าย โดยกล่าวอ้างถึงการไม่ดูดซึมและเกิดการตกค้างของสารเคมีเมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนปลูก ดังภาพ 21



ภาพ 21 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติงานที่ 2 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายระดับปานกลาง (G2, ชิ้นงานที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

การอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมจากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 โดยให้นักเรียนอธิบายว่าแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองนั้นช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อธิบายประกอบเหตุผลของตนเอง มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถอธิบายการลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของแนวทางการแก้ปัญหา โดยกล่าวอ้างถึงกลไกการทำงานของสารที่ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดแทนวิธีการเดิม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เนื่องจากการตัดแปลงพันธุกรรมของถั่วเหลืองให้ทนทานต่อสารกลูโฟซิเนต-แอมโมเนียมนั้นทำให้เมื่อใช้สารกำจัดวัชพืชก่อนการปลูกไปทำลายเพียงวัชพืช และเมื่อปลูกพืชแล้วถั่วเหลืองจะไม่ดูดซึมและสะสมสารเคมีจึงทำให้เกิดการตกค้าง และสารกลูโฟซิเนต-แอมโมเนียมไม่เป็นมลพิษทางน้ำ และไม่เกิดการตกค้างในดินทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

นักเรียนร้อยละ 25 สามารถอธิบายถึงการลดผลกระทบของแนวทางการแก้ปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อย่างง่ายมาอธิบายประกอบการให้เหตุผล โดยกล่าวอ้างถึงผลของสารที่ใช้ทดแทนที่ไม่เป็นอันตราย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การใช้สารทดแทนสารไกลโฟเสทที่มีในยาฆ่าแมลง โดยใช้สารชีวภาพจากผลสะเดาและตะไคร้ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพราะเป็นการลดการใช้สารเคมีในยากำจัดศัตรูพืชและใช้สารทดแทนที่ได้จากพืชในธรรมชาติ ซึ่งย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และไม่ก่อให้เกิดการสะสมสารพิษตกค้างต่อระบบนิเวศน์”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

นักเรียนร้อยละ 25 มีการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบของแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยขาดการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการอธิบาย โดยกล่าวเพียงวิธีการแก้ปัญหาของตนเองนั้นไม่มีสารตกค้าง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ ไม่มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม และไม่มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

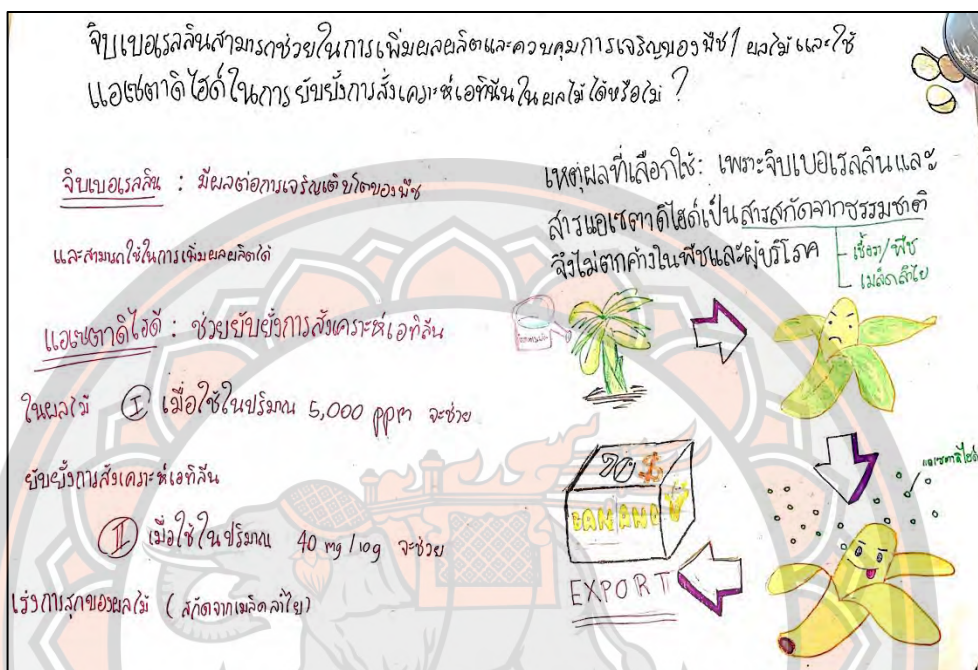
วงจรมติการที่ 3 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนต้องสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย และสามารถอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89.58 โดยมีรายละเอียดดังนี้

การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

จากการตรวจสอบชิ้นงานนักเรียนในวงจรมติการที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูล เพื่อใช้อธิบายแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการใช้สารอื่นทดแทนวิธีการเดิมที่ใช้ชะลอการสุกของกล้วย พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 สามารถระบุ ใช้

และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายแนวทางทางการชะลอการสุกของกล้วยหอม โดยการใช้แผนภาพอธิบายการเพิ่มผลผลิตของกล้วยได้ในระดับดีมาก ดังภาพ 22



ภาพ 22 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงการระบุ ใช้ และสร้าง รูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายในระดับดีมาก (G2, ชิ้นงานที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

การอธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปอธิบายการลดผลกระทบของแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปอธิบายระดับดีมาก โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระดับสูงในการอธิบาย โดยนักเรียนได้กล่าวอ้างถึงคุณสมบัติของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายและกระตุ้นให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การใช้จุลินทรีย์ใน EM (Effective Microorganisms) จะช่วยย่อยสลายดินให้เปื่อย และทำให้ดินมีออกซิเจนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้ด้านทานโรคเข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ รวมถึงช่วยตรึงธาตุอาหารที่จำเป็นอย่างไนโตรเจน เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่อธิบายการลดผลกระทบของแนวทางการแก้ปัญหาได้ระดับดี โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ระดับปานกลางในการอธิบายการลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของแนวทางการแก้ปัญหา แต่ยังคงขาดการอธิบายเหตุผลโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่เกี่ยวข้องกับกลไกหรือหลักการที่อธิบายเหตุผลประกอบ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนพืช ไม่มีสารเคมีปนเปื้อน จึงไม่เกิดการสะสมของสิ่งแปลกปลอมในผลผลิตได้”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบ ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 58.33 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องเขียนระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ส่งผลกระทบต่อดิน แห้งน้ำ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถเขียนระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบได้อย่างชัดเจน จัดอยู่ระดับดีมาก ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์พืช ควรใช้สารเคมีชนิดใดและปริมาณเท่าใดจึงไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถเขียนระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบอย่างง่าย ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี โดยการตั้งคำถามที่สามารถหาคำตอบได้อย่างกว้างๆ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เราจะใช้อะไรแทนสารเคมีที่ไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 1,8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถเขียนระบุปัญหา แต่ยังไม่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารเคมีมีอันตรายต่อระบบนิเวศน์”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการถามตอบนักเรียนหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนจะต้องสามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพื่อใช้พิจารณาความเหมาะสมในการนำไปศึกษาต่อในชั้นถัดไป ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาของตนเองสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการอธิบายแนวทางการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี ดังตัวอย่างบทสนทนาของคุณและนักเรียนที่กล่าวว่า

ครู : หลังจากที่นักเรียนได้ตั้งปัญหาต้องการศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์สารเคลือบเมล็ดพันธุ์แล้ว นักเรียนคิดว่าปัญหาหรือคำถามใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

S3 : สารเคมีชนิดใดที่ใช้เคลือบเมล็ดข้าวโพดทดแทนสารเดิมได้และต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยคะ

ครู : หากเป็นนักเรียนจะใช้วิธีการตรวจสอบอย่างไร

S15 : นำเมล็ดข้าวโพดที่เคลือบด้วยสารทั้งสองชนิดมาทดสอบการปนเปื้อนของสารพิษครับ

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายได้ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างบทสนทนาของครูและนักเรียนที่กล่าวไว้

ครู : นอกจากปัญหาของเพื่อนแล้ว นักเรียนคิดว่ามีปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อีกบ้าง

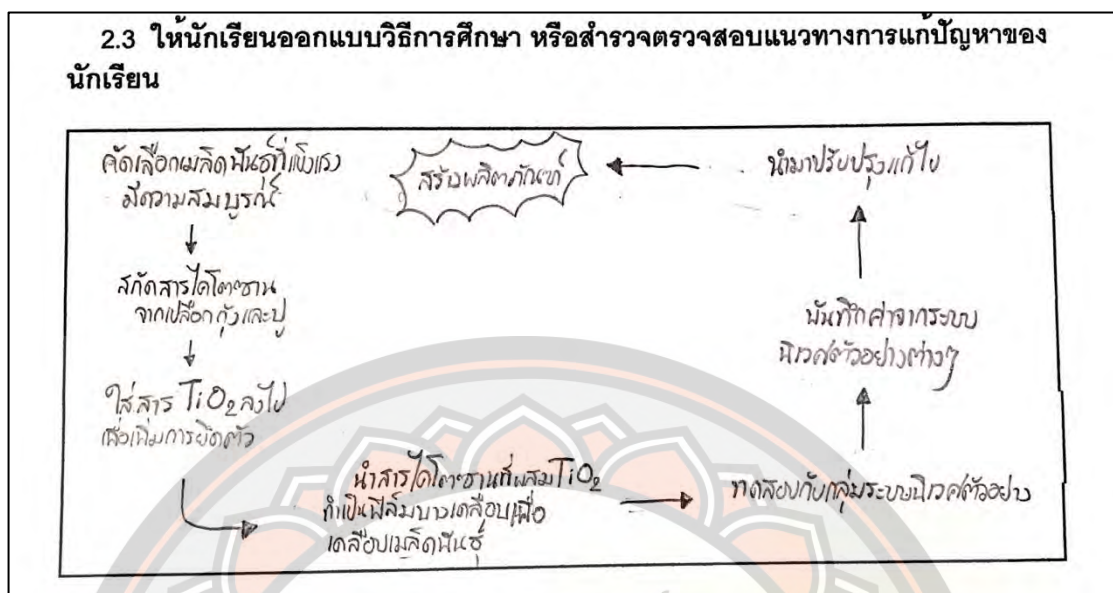
S2 : สารเคมีมีอันตรายต่อระบบนิเวศอย่างไร

ครู : นักเรียนจะตรวจสอบวิธีการดังกล่าวอย่างไร

S2 : การตรวจสอบคุณภาพของดินและแหล่งน้ำธรรมชาติ

บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องสามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาของตนเองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหาดังกล่าว โดยจะต้องมีการกล่าวถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทดลอง หรือการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการใส่สารเคมีที่มีความปลอดภัย ในรูปแบบแผนภาพแสดงแนวทางการศึกษาและทดลองอย่างสังเขป ดังภาพ 23



ภาพ 23 แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับดี
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G2, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง โดยนักเรียนมีการบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยรูปแบบการบรรยาย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้โพลีเอทิลีน ไกลคอล 600 แทนสารเคมีชนิดเดิมโดยการเคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์ของพืช เนื่องจากสารโพลีเอทิลีน ไกลคอล 600 มีความเป็นพิษต่ำ สามารถป้องกันเมล็ดพันธุ์ได้ และดูดซึมเข้าร่างกายได้น้อยมากทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต โดยจะมีการทดสอบความเป็นพิษด้วยเครื่องตรวจสอบสารพิษตกค้าง”

(G1, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาวิทยาศาสตร์อย่างง่ายในภาพกว้างๆ ซึ่งจัดอยู่ในระดับควรปรับปรุงโดยเขียนวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบการบรรยาย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เลือกใช้และพัฒนาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ได้ผล และไม่ทิ้งสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและในร่างกาย”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องสามารถประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องอธิบายถึงการประเมินว่าแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองเกี่ยวกับสารเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้นมีข้อดีและข้อด้อยอย่างไร ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี โดยการกล่าวอ้างถึงความสามารถในการปรับสภาพของดินที่ทำให้ไม่เกิดการตกค้างในดิน และความเป็นต่างที่อาจก่อให้เกิดการเสียของดินได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ สามารถลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ และไม่เกิดสารตกค้างในดิน อีกทั้งยังสามารถปรับสภาพดิน โดยการปรับค่า pH ในดิน ทำให้พืชผักไร้สารพิษ และข้อเสีย คือ เนื่องจากโคโตซานมีความเป็นด่าง เมื่อใช้ในปริมาณมากจะทำให้ดินเกิดความเป็นต่าง ส่งผลกระทบต่อพืชบางชนิดได้”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง แต่ขาดการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง โดยนักเรียนกล่าวอ้างถึงความเป็นพิษของสารโพลีเอทิลีนไกลคอล 600 ที่นำมาใช้ทดแทนสารเดิมที่เป็นอันตราย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ เป็นสารที่เป็นพิษน้อย ดูดซึมเข้าร่างกายได้น้อย และข้อเสีย คือ มีราคาค่อนข้างสูงกว่าสารเคมีที่ใช้ในปัจจุบัน”

(G1, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนจะต้องสามารถเขียนอธิบายถึงความรู้ที่จำเป็นในการตอบปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น บอกถึงเหตุผล และแหล่งที่มาของข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นการอธิบายและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นักเรียนได้ทำการสืบค้นหา เช่น แหล่งข้อมูลออนไลน์ของกระทรวงวิทยาศาสตร์ หรือของมหาวิทยาลัย ซึ่งนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถอธิบาย

และประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ในระดับดีมากและมีความครบถ้วน โดยนักเรียนมีการใช้แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ดังภาพ 24

2. การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้

2.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการแก้ปัญหา

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
<p>- การเลือกใช้สารเคมีเก็บที่จัดการ มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเป็นสีม่วงกลาง ความหนืดตา, มีความเข้มข้นของ แข็งสูง ปรบสีม่วงของสารนี้ว่าไม่มีที่ใด</p> <p>สิ่งที่ใช้: โพลีเอทิลีน 4กลดอล 600 สารก่อกลิ่นที่กลิ่น, โททาเนียม ออกไซด์</p> <p>- โพลีเอทิลีน 4กลดอล 600 มี ลักษณะเป็นผงสีขาว, เป็นสาร สีขาวแข็งขาวใส, สารนี้ค่อนข้างเหนียว สีตามเป็นนิยกับและสามารถดูด ซึมเข้าร่างกายได้น้อยมาก</p>	<p>- เนื่องจากความที่เป็นการ นำสารเคมีที่จะได้เคมีผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>- นำสารที่ได้มาวิเคราะห์ดู การเคลื่อนที่ผลิตภัณฑ์</p> <p>- เพราะสารมีพิษต่อผู้บริโภค น้อยถึงไม่มีอันตราย</p>	<p>- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี home.ku.co.th</p> <p>- thairath.co.th</p> <p>- chemipan.com</p>

ภาพ 24 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือ
ของนักเรียนระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G1, ใบกิจกรรมที่ 1,
8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ
การยืนยันความน่าเชื่อถือได้ในระดับดี แต่ไม่ได้เขียนแหล่งที่มาของข้อมูล โดยนักเรียนกล่าวอ้างถึง
การศึกษา หรือการสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารเคมี และผลกระทบของสารนั้นๆ แต่ขาดการให้
แหล่งข้อมูลสนับสนุนความน่าเชื่อถือของข้อมูลนั้นๆ ดังภาพ 25

2. การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้		
2.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการแก้ปัญหา		
ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
<ul style="list-style-type: none"> - ศาสตร์เคมีที่ไม่ใช้อันตรายต่อระบบนิเวศ - ศึกษาศาสตร์ เคมีของ เมล็ดพืชที่โตได้ - ศึกษารังสี แล้วมีผลต่อสุขภาพ - วิศวกรรม อยุ่รังสี 	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหาสารเคมี ทำให้สารมีวัตถุตายได้ขึ้นอยู่กับสารเคมีที่สังเคราะห์ - ใฝ่จากสารเคมีกล่าว สิ่งมีชีวิตของสิ่งมีชีวิต จะต้องสังเคราะห์ - ปลอดภัย สารเคมีของพืชอินทรีย์ - ศึกษาค้นคว้าวิธีอื่นนอกเหนือเพื่อความปลอดภัยให้สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ และความรู้ที่จำเป็น 	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - Internet - Internet

ภาพ 25 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G6, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลในระดับปานกลาง โดยแหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้อ้างอิงนั้นมีเพียงแหล่งเดียว ดังภาพ 26

2.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการแก้ปัญหา		
ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
สารเคมีที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์	เพื่อศึกษา สารเคมีที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์นั้นอันตรายหรือไม่ องค์กรของสารเคมี	http://home.kku.ac.th

ภาพ 26 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

วงจรถักปฏิบัติกรที่ 2 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ

จากการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบ ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.33 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจใบกิจกรรมที่ 2 โดยนักเรียนจะต้องเขียนระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน โดยจัดอยู่ในระดับดีมาก ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การใช้น้ำหมักชีวภาพทดแทนการใช้ยากำจัดศัตรูพืช ช่วยลดการใช้สารเคมีในการทำไร่ถั่วเหลืองได้หรือไม่”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ทำอย่างไรสารเคมีถึงจะไม่ตกค้างในถั่วเหลือง”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับปานกลาง ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามมากกว่าปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารจากธรรมชาติที่ปลอดภัย ไม่มีผลกระทบต่อดินคืออะไร”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 โดยนักเรียนจะต้องบอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพื่อใช้พิจารณาความเหมาะสมในการนำไปศึกษาต่อในขั้นถัดไป ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 37.50 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาของตนเองสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน จัดอยู่ในระดับดีมาก โดยได้อธิบายถึงแนวทางในการตอบคำถามจากปัญหาที่ได้กำหนดขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“จากปัญหาที่ตั้งขึ้นว่ามีสารเคมีใดที่ตกค้างในถั่วเหลือง สามารถตรวจสอบได้โดยใช้หลักการโครมาโตกราฟี โดยการใส่ตัวอย่างลงไปบนสารสกัดตัวอย่าง จากนั้นนำน้ำยาสกัดมาหยดลงไปจนกระทั่งน้ำยาในขวดซึมขึ้นมา”

(G1, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาของตนเองนั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่มีการอธิบายแนวทางในการตรวจสอบได้ในระดับดี ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การปนเปื้อนในถั่วเหลือง เพราะสามารถเอาถั่วเหลืองมาสกัดหาสารตกค้างได้”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.50 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาของตนเองนั้นสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่มีการอธิบายแนวทางในการตรวจสอบได้ในระดับปานกลาง โดยที่ยังเขียนอธิบายแนวทางการตรวจสอบได้ไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“มีการปนเปื้อนของสารเคมีที่กำลังจัดวัชพืชในดินเป็นจำนวนและมีการชะล้างสารเคมีจากดินลงสู่แหล่งน้ำ เพราะสามารถทดสอบจากการทดสอบจะปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำ”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

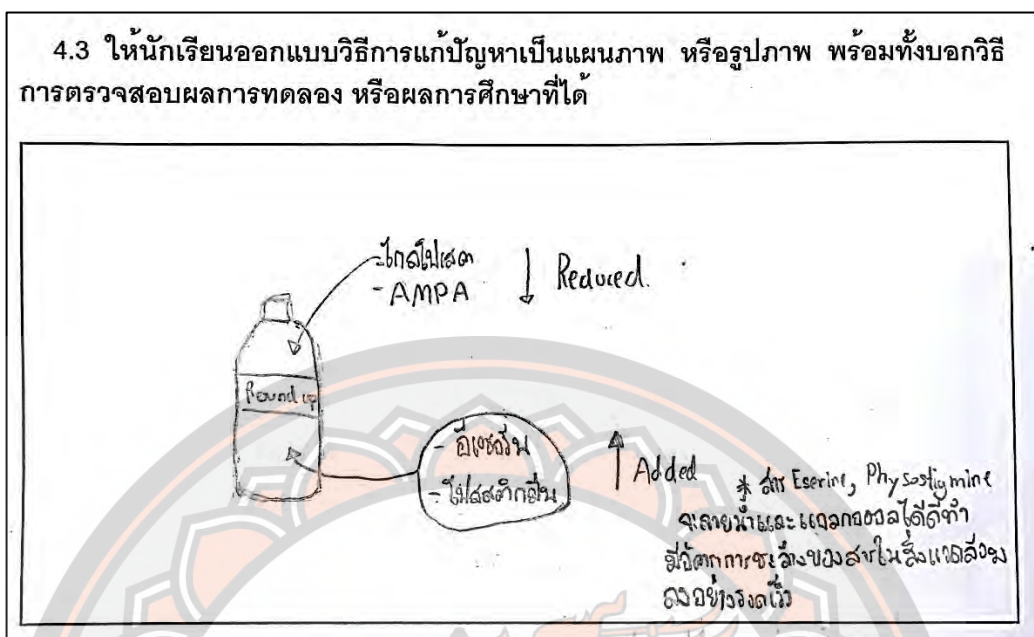
บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 โดยนักเรียนจะต้องสามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาของตนเองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยจะต้องมีการกล่าวถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทดลอง หรือการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการดัดแปลงพันธุกรรมถั่วเหลืองให้สามารถทนต่อสารกลูโฟซิเนต-แอมโมเนีย โดยมีวางแผนการทดสอบและทดลองปลูกจริงก่อนนำไปใช้จริงที่แสดงในรูปแบบแผนภาพ ดังภาพ 27



ภาพ 27 แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับดี
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง โดยมีการกล่าวอ้างถึงการเพิ่มสารที่มีความปลอดภัยลงไปในการผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชและลดสารอันตรายหรือสารที่เป็นพิษให้น้อยลง แต่ยังคงขาดการอธิบายแนวทางการตรวจสอบปัญหาดังกล่าว ซึ่งอยู่ในรูปของรูปภาพ ดังภาพ 28



ภาพ 28 แสดงวิธีการสำรวจตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหานักเรียนในระดับปานกลางในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (G1, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 โดยนักเรียนจะต้องประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องอธิบายถึงการประเมินแนวทางการแก้ปัญหของตนเองเกี่ยวกับตัวเหลืองจีเอ็มโอ โดยกล่าวถึงข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งมีนักเรียน ร้อยละ 37.50 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก โดยมีการกล่าวอ้างถึงกลไกในการทำงานของสารฟอสเฟตที่มีต่อการกำจัดสารพิษในดินได้ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ การเติมฟอสเฟตเข้าไปในดินเป็นการเพิ่มไกลโฟเสตในรูปแบบอิสระเนื่องจากฟอสเฟตจะเข้าไปจับกับอนุภาคดิน ทำให้ไกลโฟเสตหลุดออกมาและอยู่ในรูปที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่ายขึ้น และข้อเสีย คือ เมื่อเติมฟอสเฟตในปริมาณมากเกินไป จะทำให้ดินเป็นด่างซึ่งส่งผลเสียต่อพืชและดิน”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถเขียนอธิบายข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองได้ในระดับดี แต่ยังคงขาดการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ สามารถกำจัดวัชพืชได้ และไม่ส่งผลกระทบพิษ สารตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม และข้อเสีย คือ ส่งกลิ่นเหม็น”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนจะต้องสามารถเขียนอธิบายถึงความรู้ที่จำเป็นในการตอบปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น บอกถึงเหตุผล และแหล่งที่มาของข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นการอธิบายและประเมินแนวทางในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ในระดับดีมาก โดยมีการกล่าวอ้างถึงข้อมูลที่เป็นสารกลุ่มที่ตนเองสนใจและมีแหล่งข้อมูล ดังภาพ 30

4.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย		
ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- องค์การในฟอส ๘๗๘ จีพีดี (DMP) สามารถติดตามข้อมูลในปัจจุบัน ผู้รับทราบความเสี่ยง	เมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศก้าวไกล ทำให้นักเรียนสามารถหาข้อมูล และไปติดตามข้อมูลในวงกว้าง	Today health . org
- สารเคมีในดินไปสู่อากาศ ปนเปื้อนในน้ำ (Round up) เมื่อเทคโนโลยีของวิทยาศาสตร์จะ มีการขยายตัวมากขึ้น	สารเคมีในดินไปสู่อากาศ ปนเปื้อนในน้ำ จะทำให้เกิดการขยายตัวของ จุลินทรีย์ในดินได้	Summa cheeva . Org
- AMPA เมื่อใช้ร่วมกับ เทคโนโลยีสารสนเทศ จะเกิดความเสี่ยงของ ข้อมูลในอินเทอร์เน็ตและ ความปลอดภัยส่วนบุคคล	การผสมของ AMPA ในห้องทดลอง ทำให้การขยายตัวของจุลินทรีย์ ในอากาศสามารถเพิ่มขึ้นในปริมาณมาก และแพร่กระจายไปทั่วๆ จะทำให้เกิด เป็นเชื้อโรคใหม่ๆ ถ้าไม่มีการ ดูแลรักษาให้ดี	Agri. kmu1.ac.th.

ภาพ 29 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลของนักเรียนระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (G1, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 62.50 สามารถอธิบายและประเมินแนวทางในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้สืบค้นได้ในระดับดี โดยนักเรียนมีการอ้างถึงแหล่งที่มาของข้อมูลแต่ยังขาดการให้เหตุผลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ความรู้ใหม่ๆ หรือการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่มีน้อย ดังภาพ 30

4.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย		
ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
วิชาชีววิทยา วิทยาศาสตร์ 1. สิ่งมีชีวิตและเซลล์ 2. โยนิกับสเปซของเซลล์ สารเคมีที่ 100 กิ่งตอขงพืช	เห็นหนังสือของโรงเรียน ตูยของในห้องเรียน วิทยาศาสตร์	www.kapook.com med.mohido.ac.th

ภาพ 30 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (G3, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบ ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการนี้เท่ากับร้อยละ 88.33 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจใบกิจกรรมที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องเขียนระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การปลูกกล้วยหอมในลาว ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การใช้สารแอสพาร์ตอไมด์ในการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนในผลไม้ได้หรือไม่”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ยังเป็นคำถามที่หาคำตอบได้อย่างกว้างๆ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“มีวิธีที่สามารถเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลกล้วย โดยที่ไม่ใช้สารเคมีได้หรือไม่”
(G5, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องบอกได้ว่าประเด็นปัญหาที่ได้กล่าวถึงในห้องเรียน ปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาของตนเองสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก โดยได้อธิบายถึงแนวทางในการตอบคำถามจากปัญหาที่ได้กำหนดขึ้นได้ชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การตรวจสอบการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำ เพราะสามารถตรวจสอบโดยการตรวจวัดค่า DO”
(G1, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี โดยได้อธิบายถึงแนวทางในการตอบคำถามจากปัญหาที่กำหนดขึ้น แต่ยังไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารที่ทำให้เกิดมะเร็ง เพราะสามารถตรวจสอบได้โดยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์”
(G7, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถบอกว่าได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง แต่ไม่ได้อธิบายถึงแนวทางในการตรวจสอบหรือมีการตรวจสอบแบบกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ปัญหาสารตกค้างในถั่วเหลือง เพราะ สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้”
(G4, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องสามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาของตนเองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับการปลูกกล้วยหอมในลาว ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการเติมจุลินทรีย์ลงไปในพื้นที่แสดงในรูปแบบการบรรยาย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การเลือกใช้จีบเบอเรลลินช่วยในการเพิ่มผลผลิตแทนสารเคมี เพราะมีคุณสมบัติทางเคมีเป็น diterpenes ซึ่งเป็นสารประกอบเกิดตามธรรมชาติ จึงไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสารแอสिटอลดีไฮด์มาเคลือบผลไม้เพื่อช่วยไม่ให้กล้วยงอมก่อนการส่งออก อีกทั้งยังปลอดภัยต่อสารเคมี”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถบอกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหานั้นๆ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้ฮอร์โมนออกซินกับฮอร์โมนไซโตไคนินผสมกัน เพราะปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลผลิตได้อีกด้วย”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 โดยนักเรียนจะต้องประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องอธิบายถึงการประเมินแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองเกี่ยวกับการปลูกกล้วยหอมในลาว โดยกล่าวถึงข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งมีนักเรียน ร้อยละ 50 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงข้อดีโดยรวมของการใช้แนวทางการแก้ปัญหาด้วยการหมักวัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ ปลอดภัย เนื่องจากผลผลิตไม่มีสารตกค้าง/ ผลผลิตที่ได้มีสีส้มคงเดิม และข้อเสีย คือ ต้นทุนในการทำโรงเรือนและตู้สินค้าค่อนข้างมีมูลค่าสูง แต่ผลที่ได้มีมูลค่าสูงกว่า ทำให้ไม่ขาดทุนในเรื่องของต้นทุน”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดี โดยนักเรียนได้สังเคราะห์ข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหาที่นั้นๆ ออกเป็นข้อย่อย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ข้อดี คือ ไม่ใช้สารเคมี ไม่มีสารเคมีตกค้าง/ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม/ ได้ผลผลิตตามจุดประสงค์/ ทุกคนสามารถทำวิธีนี้ได้ และข้อเสีย คือ ผลผลิตอาจไม่ดีเท่ากับการใช้สารเคมี/ ต้องมีการดูแลอย่างละเอียดรอบคอบ”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนจะต้องสามารถเขียนอธิบายถึงความรู้ที่จำเป็นในการตอบปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น บอกถึงเหตุผล และแหล่งที่มาของข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นการอธิบายและประเมินแนวทางในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถอธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ในระดับดีมาก โดยนักเรียนมีการเขียนความรู้ที่จำเป็นในการศึกษาครั้งนี้เกี่ยวกับการชะลอการสุกของกล้วยหอม โดยมีการอ้างอิงถึงแหล่งข้อมูลที่มาจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่มีผู้เคยศึกษามาแล้ว และมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ดังภาพ 31

4. การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้
4.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- เฮอร์ลิคเป็นชื่อโรมันซึ่งอยู่ในรูปอักษร โดยเฮอร์ลิคมีหน้าที่ควบคุม การแก่ ของพืช	รู้ช่วงเวลาที่พืชโตได้ดี	https://everythings.com
- กระบวนการสุกของผลไม้ เปลี่ยน pH ที่ไหนที่ pH ของผลไม้ เปลี่ยนเป็นเป็นน้ำตาล การลดปริมาณกรด ไปแล้ว	เข้าใจการสุกของ ผลไม้และ ก็น่า ซึ่งจำเป็นในการสุกของ ผลไม้	https:// thwikasetsart .com
- การข่มผลไม้ มี การข่มผลไม้ด้วยวิธีการของการสุก เป็นกลิ่นหรือรส อลูมิเนียม ด้วยวิธีดังกล่าว เพื่อป้องกันศัตรูของพืช และให้ อยู่ในที่ที่ปลอดภัยสูงจึงมีผล	รู้กระบวนการในอง รังไข่ผลไม้สุก และนำไป ใช้ประโยชน์	https:// thwikasetsart .com
- สารอาหารจากผลไม้ได้มาจากยีสซึ่ง การสังเคราะห์ 10 ที่กินได้	รู้ สบที่ยีสซึ่ง ใช้ของสุกของผลไม้	https://kgv.cmu.ac.th (๑.๕.)

สารอาหารที่ได้คือ วิตามิน - ซึ่งซึ่งพืช ใช้ในการใช้ได้ดี ๒ โมเลกุล ซึ่งพืช ใช้ได้ดี ๒ ของอาหาร ๒ ที่ใช้ได้ดี ๒
 ด. กิ่งพืช ซึ่งสารอาหาร ๒ ที่ใช้ ๒ และมีการใช้ของผลไม้ ๒ ทำได้ ซึ่งสารอาหาร ๒
 ๒๓๒ สารอาหาร ๒ ที่ใช้ ๒

ภาพ 31 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือ ข้อมูลของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (G8, ใบบัณฑิตที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือได้ในระดับดี แต่ขาดการให้เหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูล ดังกล่าว ดังภาพ 32

4.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย		
ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล
- ฮอรโมนหรือที่ส่งผลต่อ การเจริญเติบโต	- ต้องใช้พืชหรือเนื้อสัตว์ ได้เจริญเติบโตโดยใช้ ฮอรโมน	- web.agri.cmu.ac.th > PPHY10 - hormone
- ใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนการใช้ สารเคมี	- ไม่ต้องการใช้สารเคมี	- www.siamchemi.com > ปุ๋ยอินทรีย์
- การหักหลังหรือฮอริโมน ไปใช้ผลิตฮอร์โมน	- สามารถนำไปใช้ในกรณี ฮอร์โมนหรือสารแทนฮอร์โมน สังเคราะห์	- www.kosced.tokon.com

ภาพ 32 แสดงการเขียนอธิบายการประเมินแนวทางที่นักเรียนใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือ
ข้อมูลของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (G7, ใบกิจกรรมที่ 3,
21 กุมภาพันธ์ 2561)

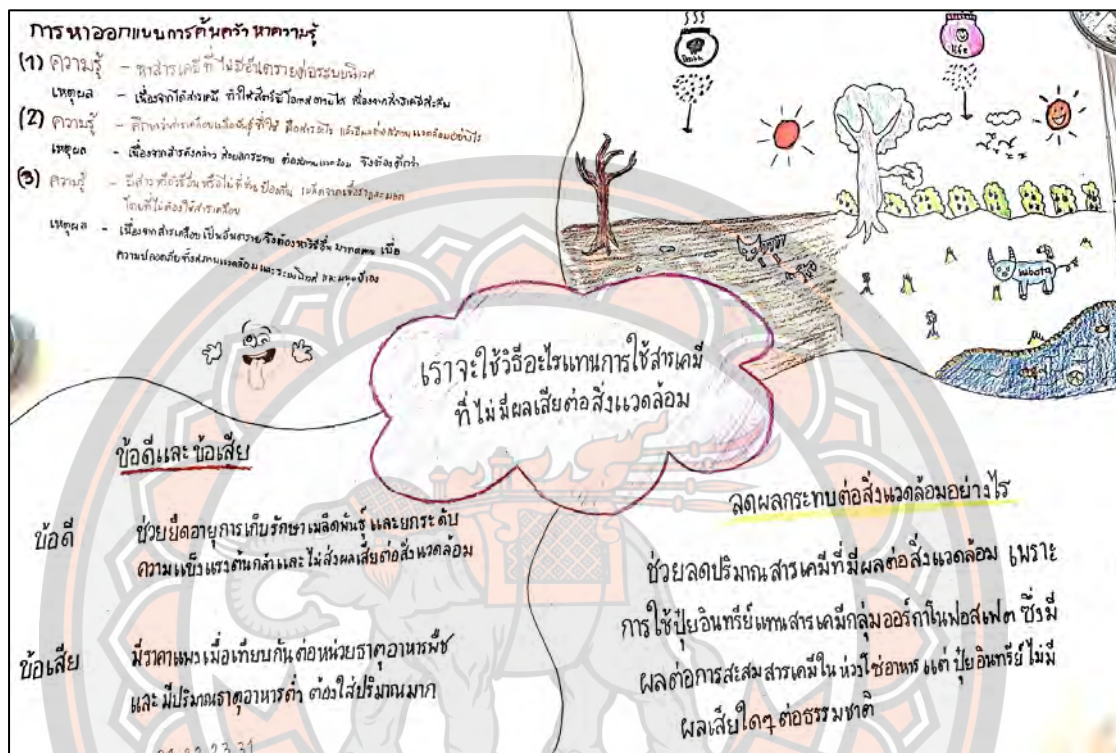
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอก

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบ
หนึ่ง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน
ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มา
จากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากทฤษฎีจากหลักฐานแบบอื่น และ
ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ในสถานการณ์ เรื่อง
สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 65 โดยมีรายละเอียดดังนี้

แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

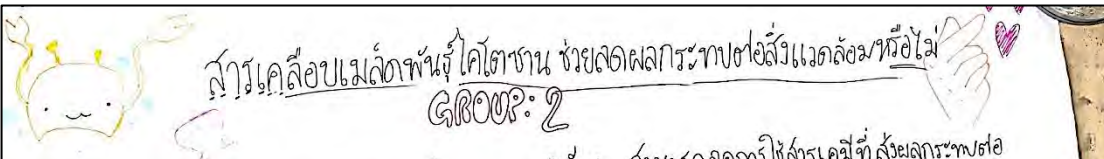
จากการตรวจสอบชิ้นงานของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องสามารถจัดกระทำ
ข้อมูลจากรูปแบบข้อความที่มาจากทฤษฎีหรือความรู้ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่เข้าใจง่ายขึ้น ไม่ว่าจะ
เป็นในรูปแบบของรูปภาพ แผนผังมโนทัศน์ เป็นต้น ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถ
แปลงข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้ในระดับดี ซึ่งมีการ

เขียนสรุปสิ่งที่สืบค้นมาให้อยู่ในรูปแบบการบรรยายอย่างสั้น และมีกราฟิกประกอบเปรียบเทียบแนวทางเดิมและแนวทางใหม่ ดังภาพ 33



ภาพ 33 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดีในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G6, ชิ้นงานที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถแปลงข้อมูลจากการสืบค้นได้ระดับปานกลาง โดยมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่าย ซึ่งมีรูปแบบการบรรยาย ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี ดังภาพ 34


สารเคลือบเมล็ดพันธุ์โคไตชน ช่วยลดผลกระทบของสิ่งแวดล้อมหรือไม่ว่าว?
จุดประสงค์: 2

วิธีเก็บปัญหา: เลือกใช้สารโคไตชนผสม TiO_2
ทำเช่นนี้เพื่อ: เพื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์

วัตถุประสงค์: โคไตชนเป็นสารที่ย่อยสลายได้
 ในธรรมชาติ สามารถลดความรุนแรงของพิษที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์
 TiO_2 เป็นสารที่พบมากในธรรมชาติ
 มีราคาถูก ไม้เป็นพิษ มีความสามารถในการขจัดมลพิษทางน้ำและอากาศได้ รวมถึงต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้

ข้อดี: สามารถลดการไหลสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ และไม่เกิดสารตกค้างในดิน
ข้อเสีย: โคไตชน มีความเป็นด่าง เมื่อใช้ในปริมาณมาก อาจทำให้ดินเป็นด่างได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อพืชบางชนิด

ลดผลกระทบของสิ่งแวดล้อม: โคไตชนสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงไม่เกิดการสะสมในดิน รวมไปถึง TiO_2 ที่ใช้มีขนาดในอนุภาค $0.2 \mu m$ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์ชนิดและสิ่งแวดล้อม

อ้างอิงจาก: ดร. สุวัฒน์ แล่ลู่ (นักวิจัยสังกัดงานโลหะและวัสดุ)

สมาชิก: 15.11 : 3, 9, 30, 38, 39

ภาพ 34 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับปานกลางในวงจรปฏิบัติการที่ 1 (G2, ชิ้นงานที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
 จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการวิเคราะห์และแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมา ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนในระดับที่ดีมาก โดยมีการกล่าวอ้างถึงการใช้นโยบายของเกษตรอินทรีย์ในการเป็นแนวทางการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การใช้เกษตรอินทรีย์ โดยใช้สารแทนนินจากพืชในธรรมชาติ เช่น เปลือกมังคุด เปลือกกล้วย ใบพลู ใบฝรั่ง ใบกระถิน และใบมันสำปะหลัง เป็นต้น”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถเขียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ ในระดับดี แต่ยังคงขาดการเขียนอธิบายถึงวิธีการที่จะนำสารดังกล่าวไปใช้อย่างไร ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้โคโตซาน ซึ่งเป็นไบโอพอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยพบในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์ สามารถย่อยสลายในธรรมชาติได้ ไม่เกิดผลเสียและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถเขียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ในระดับปานกลาง แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการที่จะนำไปใช้จริง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“จะเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (Bio-fertilizer) พอกเมล็ดพันธุ์ โดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องให้เหตุผลในเรื่องผลของการใช้วิธีการแก้ปัญหามาของตนเองที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงคุณสมบัติของแทนนินที่มีผลต่อการป้องกันและกำจัดโรคในพืช ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การใช้แทนนินแทนสารแคปแทน มีคุณสมบัติในการป้องกันและกำจัดโรค โดยแทนนินเป็นสารที่มีอยู่ในพืชที่มีรสฝาด ไม่มีอันตรายต่อระบบนิเวศมีคุณสมบัติป้องกันและกำจัดโรคเหมือนกับแคปแทน”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดี แต่ยังคงขาดแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ โดยกล่าวอ้างถึงความสามารถในการยับยั้งการเกิดโรคและการลดการเจริญเติบโตของรา ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารโคโตซานจะยับยั้งการเกิดโรคและอัตราการเจริญเติบโตของรา”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน แต่ไม่มีการอธิบายเหตุผลโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ของแนวคิดดังกล่าว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“การพอกเมล็ดด้วยปุ๋ยอินทรีย์ จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องแสดงการใช้เหตุผลในการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งของเพื่อนที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่นที่มาจากการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่นในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงการแยกประเด็นหรือข้อความว่าเป็นข้อโต้แย้งแบบใดได้ถูกต้อง และให้เหตุผลชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะมีลักษณะเป็นสารที่มีน้ำเป็นตัวกลาง ความหนืดต่ำ มีความเข้มข้นของของแข็งสูง ปรับสมดุลของสารมีข้าว-ไม่มีข้าวได้ เช่น โพลีเอทิลีน ไกลคอล 600 ทัลลัม และไทเทเนียมไดออกไซด์ เป็นข้อโต้แย้งที่มาจากเอกสารวิชาการ ซึ่งเป็นทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์”

(G1, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่นได้ในระดับดี โดยแสดงแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในระดับดี โดยมีการกล่าวอ้างถึงประเด็นที่ศึกษานั้นเป็นข้อโต้แย้งแบบใด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่

“สูตรสารเคลือบป้องกันศัตรูพืชชนิดใหม่สามารถป้องกันโรคและแมลงได้ดี และยังผสมสารที่จำเป็นสำหรับพืช เช่น ฮอโมนพืช เพื่อให้เมล็ดสามารถดูดซึมสารดังกล่าวได้ดี ตัวอย่างของสารเคลือบ ได้แก่ ฟิล์มเคลือบจาก glycerol สีเคลือบจากธรรมชาติ และโคโตซาน จากข้อความนี้เป็นข้อโต้แย้งที่มาจากการศึกษา”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถประเมินข้อโต้แย้งหลังจากการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงใช้สารโคโตซานมาใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์แทนสารเดิมที่เป็นอันตราย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่

“ใช้โคโตซาน เนื่องจากเป็นสารที่หาได้ง่ายและไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถประเมินข้อโต้แย้งหลังจากการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นได้ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงการใส่สารโคโตซานมาใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่

“โคโตซาน เพราะปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 1, 8 กุมภาพันธ์ 2561)

วงจรถูกปฏิบัติที่ 2 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ในสถานการณ์เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.67 โดยมีรายละเอียดดังนี้

แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

จากการตรวจสอบชิ้นงานของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อความที่มาจากการสืบเสาะหาความรู้ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่เข้าใจง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของรูปภาพ แผนภาพ แผนผังมโนทัศน์ เป็นต้น ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้ในระดับดีมาก โดยใช้แผนภาพในการอธิบายแนวทางในการกำจัดวัชพืชโดยพ่นสาร LAS ดังภาพ 35

ปัญหา: ใช้วัชโถในการกำจัดวัชพืช
 1. ทนกำจัดวัชพืชได้ดีกว่าวัชพืชที่ไม่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช และสิ่งแวดล้อม

10, 12, 14, 20, 33 (G)

- ฉีดพ่นสาร LAS.
- ไถกลบหน้าดิน
- ปลูกถั่วเหลืองแก่ 100%

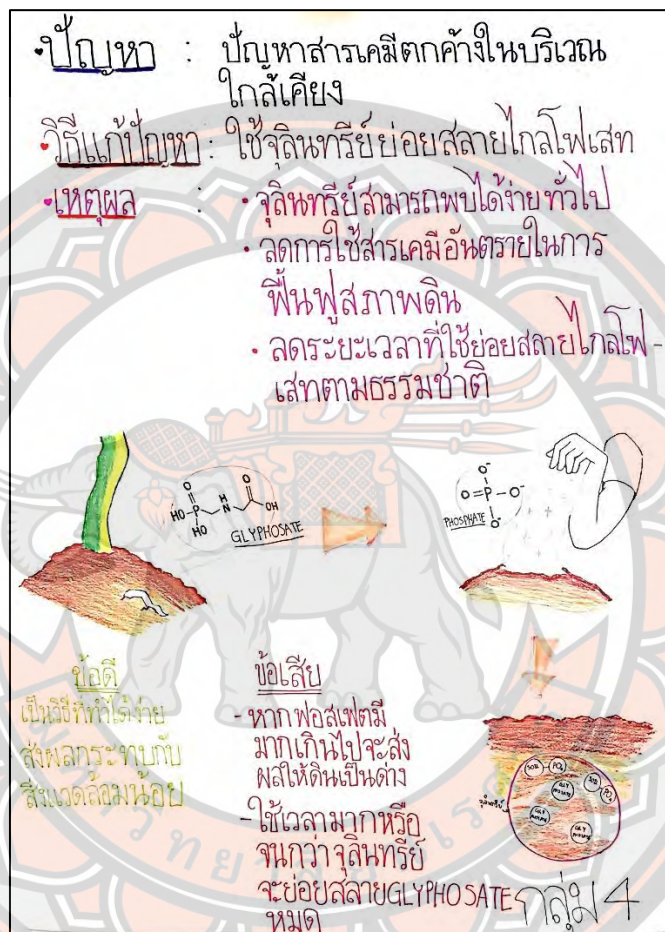
4. หลัง 5 สัปดาห์ ฉีดพ่นสาร L.A.S. อีกครั้ง

LAS
 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_3\text{Na} + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{NaCl}$
 Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) + Acetic acid + Sodium chloride

ข้อดี - ไม่มีสารตกค้าง
 ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
 ข้อเสีย - ต้นทุนสูงกว่าปกติ

ภาพ 35 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 2 (G3, ชิ้นงานที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถแปลงข้อมูลจากการสืบค้นไปสู่อีกรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น โดยกล่าวอ้างถึงการย่อยสลายของไกลโฟเสทในดินได้ในระดับดี และจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรูปภาพแสดงกลไกการทำงานของจุลินทรีย์ในการกำจัดสารไกลโฟเสท ดังภาพ 36



ภาพ 36 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (G4, ชิ้นงานที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์ถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่ผ่านการวิเคราะห์และแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมา ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนในระดับที่ดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงการสรุปแนวทางการกำจัดไกลโฟเสท โดยใช้จุลินทรีย์อย่างสังเขป ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวไว้ว่า

“ใช้วิธีกำจัดโดยจุลินทรีย์ โดยใช้วิธีใส่ฟอสเฟตลงในดิน เพื่อให้ฟอสเฟตเข้าไปแทนที่ไกลโฟเสทที่จับกับดิน เมื่อไกลโฟเสทหลุดออกมา จะอยู่ในรูปของสารที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่ายขึ้น ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ปลอดภัยและไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายสูง”

(G4, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหา แต่ขาดอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการดังกล่าว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ดัดแปลงพันธุกรรมถั่วเหลือง โดยทำให้ทนต่อสารกลูโฟซิเนต-แอมโมเนียม”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

วิชา **วิทยาศาสตร์** **ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้อง**

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียน โดยนักเรียนต้องสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในสถานการณ์เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่เกี่ยวข้องเทคโนโลยีชีวภาพได้ในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงผลการศึกษาที่อ้างอิงผลการใช้สารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืช ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เลือกใช้สารทดแทนสารไกลโฟเสทที่มีในยากำจัดศัตรูพืช จากการศึกษาพบว่าการใช้สารชีวภาพจากผลสะเดา ตะไคร้หอมที่มีฤทธิ์ในการกำจัดศัตรูพืชและกำจัดแบคทีเรีย ซึ่งเป็นสารที่ได้จากพืชในธรรมชาติจึงไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม”

(G5, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงผลของน้ำส้มสายชูที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้น้ำส้มสายชู เพราะกรดมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ธาตุคลอโรฟิลล์ใน
ธาตุแมกนีเซียม และธาตุเหล็ก ที่เป็นธาตุหลักละลายออกไปจนทำให้เป็นพิษต่อวัชพืชได้”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล
ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพในระดับปานกลาง โดยกล่าวอ้างถึงความปลอดภัยของการใช้สารสกัด
จากธรรมชาติเป็นสารกำจัดศัตรูพืช แต่ขาดอธิบายเพิ่มเติมถึงหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่
สนับสนุนเหตุผลดังกล่าว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เลือกใช้พืชจากธรรมชาติมาสกัดเป็นสารกำจัดศัตรูพืช เพราะปลอดภัยและ
ไม่มีผลกระทบต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์กับที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่น

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องแสดง
การใช้เหตุผลในการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
ที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่นที่มาจากการศึกษาหาความรู้ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ
12.5 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับ
ที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่นในระดับดีมาก โดยแยกแยะได้ว่าข้อโต้แย้งดังกล่าวนั้น
เป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานแบบใด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“1) จากงานวิจัยพบว่ากลูโฟซิเนต-แอมโมเนียม เป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช
ไม่ตกค้างในดิน และไม่ดูดซึมเข้าราก ซึ่งหากนำมาใช้ในการตัดแปลงพันธุกรรมของพืช จะช่วยให้
พืชทนทานต่อสารไกลโฟเสต จากข้อมูลนี้จัดเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากงานวิจัยที่มีการทำการทดลอง
มาแล้ว และ 2) GMOs เป็นการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม เป็น
ข้อมูลที่จัดเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐาน ประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากหลักฐานแบบอื่นในระดับดี โดยการระบุว่า ข้อโต้แย้งที่ตนเองกล่าวขึ้นนั้นเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่อยู่ในรูปแบบใด ดังตัวอย่างคำตอบ ของนักเรียนที่กล่าวว่า

“สารกลุ่มไกลโฟเสต เป็นสารเคมีในกลุ่มปราบวัชพืช เมื่อเราโดนพิษของ ไกลโฟเสตจะมีอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง – เป็นข้อโต้แย้งที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์”

(G1, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐาน ประจักษ์พยาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากหลักฐานแบบอื่นได้ในระดับปานกลาง แต่ ข้อโต้แย้งนั้นไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“วิธีการกำจัดวัชพืชที่ใช้สารพิษตกค้าง ได้แก่ 1) ดึงออกด้วยมือเปล่า 2) ใช้ น้ำส้มสายชูและเกลือ เป็นข้อมูลที่จัดเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากอินเทอร์เน็ต”

ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องประเมิน ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น โดยอธิบายถึง การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อความที่กำหนดให้ คือ “บริษัทผลิตถั่วเหลืองออกมาปฏิเสธ เกี่ยวกับอันตรายจากการตกค้างสารไกลโฟเสตของถั่วเหลืองจีเอ็มโอ ซึ่งกล่าวว่า ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ นั้นไม่ได้ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง” ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งดังกล่าวได้ใน ระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงคุณสมบัติของสารไกลโฟเสตที่อาจทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้ในอนาคต ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ไม่น่าเชื่อถือ เพราะ พืชสามารถทนทานได้จริง แต่ก็เกิดการสะสมบริเวณ ต่างๆ ของลำต้น และดูดซึมสารไกลโฟเสตทางใบ เมื่อมีผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ก็จะสะสมในร่างกาย และเกิดเป็นมะเร็งในอนาคต”

(G2, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งดังกล่าวได้ในระดับดี โดยกล่าวอ้างถึงหลักฐานสนับสนุนข้อความดังกล่าว แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อโต้แย้งนั้นๆ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ไม่น่าเชื่อถือ เพราะไม่มีหลักฐานชัดเจน แต่ในทางกลับกันข้อโต้แย้งมีการทดลองแล้ว มีหลักฐานโต้แย้งชัดเจน”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งได้ในระดับปานกลาง แต่ขาดการใช้หลักฐานสนับสนุนว่าเพราะเหตุใดข้อโต้แย้งดังกล่าวถึงไม่น่าเชื่อถือ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ไม่น่าเชื่อถือ”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 12.5 ไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งได้ เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้โต้แย้งนั้นไม่เกี่ยวข้องกับข้อความดังกล่าว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“น่าเชื่อถือ เพราะถ้าใช้น้ำส้มสายชูแทน สารเคมีก็จะมีสารตกค้างและไม่ทำให้เป็นโรคมะเร็ง”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 2, 14 กุมภาพันธ์ 2561)

วงจรมติบัตรที่ 3 เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย ในสถานการณ์เรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาว โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 90 มีรายละเอียดดังนี้

แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

จากการตรวจสอบชิ้นงานของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อความที่มาจากการสืบเสาะหาความรู้ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่เข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 100 สามารถแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้ในระดับดีมาก โดยมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในแบบรูปภาพที่อธิบายวิธีการในการแก้ปัญหา ดังภาพ 37

► ปัญหา : มีการใช้สารเคมีอันตรายเพื่อชะลอให้กล้วยสุกช้าซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค

► วิธีการแก้ปัญหา : ศึกษาปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสุกของเอทิลีน หรือมีผลทำลายเอทิลีน

① โดยเลือกใช้สาร แอซิโตนิกแอซิด ซึ่งยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ซึ่งสกัดได้จากกระบวนการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของ แบคทีเรีย "Heterofermentative lactic acid Bacteria" ซึ่งแบคทีเรียตัวนี้จะไปยับยั้งการทำงานของออกซิซินสารที่ซึ่งไปกระตุ้นการทำงานของเอทิลีน ทำให้สามารถชะลอความสุกของกล้วยได้

② ควบคุม Zn ในการปลูกกล้วยช่วยลดปริมาณการสร้างเอทิลีน เพราะ Zn จะช่วยในการสร้างจิบเบอเรลลิน และจะนำไปสำหรับ ออกซิซิน และเอทิลีนต่อไป

กล้วย! → จิบเบอเรลลิน → ออกซิซิน → เอทิลีน → สุก! ❌

กระบวนการเปลี่ยนแปลง

③ ควบคุมการเก็บรักษาด้วยปัจจัยต่อไปนี้

- ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 23°C
- พยายามให้อากาศถ่ายเทได้มากที่สุดเพื่อลดการสะสมของเอทิลีน

ในอากาศถ่ายเทสะดวก

แหล่งอ้างอิง : <https://cmu.ac.th>

► ข้อดี ข้อเสีย :

- + ข้อดี ปลอดภัยไร้สารตกค้าง
- ข้อเสีย สกัดสารตัวอื่นใช้สารไปเยอะราคาแพงมาก
- ต้นทุนการผลิตก็สูง

ภาพ 37 แสดงการแปลงข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 (G8, ชิ้นงานที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์การปลูกกล้วยหอมในลาวที่ผ่านการวิเคราะห์และแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมา ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้ถูกต้องและครบถ้วนในระดับดีมาก

โดยกล่าวอ้างถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่อยู่ในรูปแบบการบรรยายที่มีการอธิบายและให้เหตุผล ถูกต้อง ชัดเจน แสดงถึงความสามารถในการวิเคราะห์และแปลความหมายของนักเรียน ดังตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้การปลูกต้นกล้วยกลับหัว เพราะเมื่อกลับหัวต้นกล้วยแล้วรากจะไม่จำเป็น ดังนั้นรากจะค่อยๆ เหี่ยวเฉาตายไป ฮอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ถูกสร้างขึ้น บริเวณปลายยอดมีหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตปลายยอดและปลายรากของพืชจะทำให้พืชสูงขึ้น เมื่อรากตายไปแล้วทำให้ฮอร์โมนถูกยับยั้งไปด้วย ลำต้นจึงแคระเตี้ย”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลจากการสืบค้น และลงข้อสรุปได้ถูกต้องในระดับดี โดยมีการอธิบายถึงแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง แต่ขาด การอธิบายถึงเหตุผลประกอบการอธิบาย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้ฮอร์โมนออกซินกับไซโตไคนินผสมกัน เพราะปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลผลิตได้อีกด้วย”

(G6, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน โดยนักเรียนต้องสามารถระบุ ข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในสถานการณ์เรื่อง การปลูก กล้วยหอมในลาว ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 75 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่เกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตได้ในระดับดีมาก โดยกล่าวอ้างถึงผลการศึกษาที่อ้างอิง การทำงานของฮอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลินที่ส่งผลให้ต้นกล้วยมีผลผลิตที่ดีขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้การปลูกต้นกล้วยกลับหัว เพราะเมื่อกลับหัวต้นกล้วยแล้วรากจะไม่จำเป็น ดังนั้นรากจะค่อยๆ เหี่ยวเฉาตายไป ฮอริโมนออกซินและจิบเบอเรลลิน ซึ่งเป็นฮอริโมนที่ถูกสร้างขึ้น บริเวณปลายยอดมีหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตปลายยอดและปลายรากของพืชจะทำให้พืชสูงขึ้น เมื่อรากตายไปแล้วทำให้ฮอริโมนถูกยับยั้งไปด้วย ลำต้นจึงแคระเตี้ย”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 25 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ที่เกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับดี โดยกล่าวอ้างการใช้ฮอร์โมนหรือยาในการผลิต ฮอริโมนเร่งการเจริญเติบโตของพืช แต่ขาดการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดดังกล่าว ดังตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“ใช้น้ำหมักจุลินทรีย์น้ำหมักแทนการใช้สารเคมี ซึ่งสามารถไปใช้ผลิตฮอริโมน เร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ ทั้งออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโทไคนิน”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่น

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องแสดง การใช้เหตุผลในการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่นที่มาจากการศึกษาความรู้ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่นในระดับดีมาก โดยนักเรียนสามารถแยกแยะได้ ว่าข้อโต้แย้งดังกล่าวนั้นเป็นหลักฐานหรือประจักษ์พยานแบบใดได้ถูกต้องและชัดเจน ดังตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“กระบวนการสุกของผลไม้เปลี่ยน methionine เป็นเอทิลีน จัดเป็นหลักฐานที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นความรู้ที่เกิดจากการศึกษาและมีการบันทึกไว้ในหนังสือเรียน ส่วนสารแอสซาลติไฮด์สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนได้ เป็นหลักฐานที่มาจากงานวิจัย ที่ได้รับการศึกษามาที่พบในงานวิจัย”

(G8, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากทฤษฎีจากหลักฐานแบบอื่นในระดับดี โดยนักเรียนมีการแสดงการแยกแยะข้อโต้แย้งได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนจากข้อโต้แย้งทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“จุลินทรีย์ใน EM (Effective Microorganism) แบ่งออกเป็น 1) กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินทานโรค เข้าสู่วงจรย่อยสลายได้ ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช 2) กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน เป็นกลุ่มที่มีการตรึงไนโตรเจนเพื่อผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช และ 3) กลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก เป็นกลุ่มที่ต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ จากข้อความนี้จัดเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับจุลินทรีย์ EM”

(G7, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มอื่น โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน พร้อมทั้งให้เหตุผลถึงการตัดสินใจนั้นผ่านการพิจารณาจากหลักฐานที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งมีนักเรียนร้อยละ 62.5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งดังกล่าวได้ในระดับดีมาก โดยมีการให้เหตุผลรองรับในการโต้แย้ง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เลือกวิธีการใช้น้ำหมักจากปลีกล้วย เนื่องจากมีผลงานวิจัยที่น่าเชื่อถือรองรับว่าสามารถใช้ได้จริง และให้ผลผลิตที่ดี นอกจากนั้นยังมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากเป็นสารสกัดที่มาจากธรรมชาติ”

(G3, ใบกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

มีนักเรียนร้อยละ 37.5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้ในระดับดี แต่ยังขาดการให้เหตุผลเพิ่มเติมถึงหลักฐานที่นำมาสนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่กล่าวว่า

“เลือกใช้วิธีการทำเกษตรอินทรีย์ เพราะเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่สารเคมี จึงไม่มีสารเคมีตกค้างและสามารถได้ผลผลิตตามจุดประสงค์”

(G5, ไปกิจกรรมที่ 3, 21 กุมภาพันธ์ 2561)

หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ โดยนักเรียนสามารถออกแบบแนวทางการหาสืบเสาะหาความรู้ สืบค้น และอธิบายความรู้ที่ได้จากการสืบค้นนั้นให้ผู้อื่น เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

3. ผลการเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยขอสรุปผลการเปรียบเทียบระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนและผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของไปกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบระดับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ และผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างผลจากใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน และผลจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ใบกิจกรรม		แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์	
	ร้อยละของคะแนน	ระดับ	ร้อยละของคะแนน	ระดับ
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	89.58*	6	89.29*	6
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	88.33*	6	80.36*	5
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	90*	6	81.22*	5
การรู้วิทยาศาสตร์	87.65*	6	84.19*	5

หมายเหตุ: * แสดงถึง ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA 2015 คะแนนต่ำสุด: ร้อยละ 12.5 = ระดับ 1a, ร้อยละ 25 = ระดับ 1b, ร้อยละ 37.5 = ระดับ 2, ร้อยละ 50 = ระดับ 3, ร้อยละ 62.5 = ระดับ 4, ร้อยละ 75 = ระดับ 5 และ ร้อยละ 87.5 = ระดับ 6

จากตาราง 11 สามารถสรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และคะแนนจากใบกิจกรรม เท่ากับ ร้อยละ 84.19 และ 87.65 ตามลำดับ โดยคิดเป็นระดับ 5 และ 6 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอกได้

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกันจากเครื่องมือทั้งสองชนิด โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยโดยภาพรวมดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

รายการ	ร้อยละของคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์								ระดับการรู้วิทยาศาสตร์
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		คะแนนรวมเต็ม 36 คะแนน		
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
สอบก่อนเรียน	3.34	55.71	8.63	57.50	9.18	61.22	21.15	57.90	3
วงจรที่ 1	3.75	62.50	8.75	58.33	9.75	65.00	22.25	60.78	3
วงจรที่ 2	5.25	87.50	11.75	78.33	11.50	76.67	28.50	80.06	5
วงจรที่ 3	5.38	89.58	13.25	88.33	13.50	90.00	32.13	87.65	6
สอบหลังเรียน	5.36	89.29	12.05	80.36	12.18	81.22	29.59	84.19	5

จากตาราง 14 สามารถสรุปสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยแสดงคะแนนและร้อยละ รวมถึงระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

การพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้วิเคราะห์จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนที่มีคะแนนมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และหลังการจัดการเรียนรู้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนมากที่สุด คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนที่มีคะแนนน้อยสุด คือ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ที่มีคะแนนน้อยสุด คือ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อพิจารณาคะแนนรวมทั้งหมดของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีร้อยละของคะแนนรวมก่อนเรียน เท่ากับ 57.90 หลังจากได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีร้อยละของคะแนนรวมหลังเรียน เท่ากับ 84.19

การพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมได้วิเคราะห์จากใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจร พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 ที่มีร้อยละของคะแนนรวมเท่ากับ 60.78 เป็นร้อยละ 87.65 ในวงจรที่ 3 เมื่อพิจารณาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนมากที่สุดของวงจรที่ 1 คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วงจรที่ 2 คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และวงจรที่ 3 คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนน้อยสุดของวงจรที่ 1 คือ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วงจรที่ 2 คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และวงจรที่ 3 คือ สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

จากผลการวิเคราะห์สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัด

การเรียนรู้จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมของนักเรียน

และจากตาราง 14 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นจากก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ คือระดับที่ 3 และ 5 ตามลำดับ สอดคล้องกับการพัฒนาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมีระดับสูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 คือ ระดับที่ 3, 5 และ 6 ตามลำดับ



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก” มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างไร

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2560 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมด 35 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม

การดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร ได้มีการเตรียมการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ สังเกตการณ์ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการสรุปการวิจัยครั้งนี้ตาม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแรงบันดาลใจ เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ข่าวใกล้ตัวผู้เรียนที่เกี่ยวกับผลกระทบของการใช้สารเคมีต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของภาพ วิดีทัศน์ หรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์ในการเรียนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการตั้งปัญหา และการตรวจสอบปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนจะได้รับบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกัน เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ นักสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งจะต้องร่วมกันออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางการแก้ปัญหา ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน วารสารวิชาการ เอกสารงานวิจัย เป็นต้น จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และบันทึกสิ่งที่ได้จากการสืบค้นลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นระดมความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนภายในกลุ่มจะต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น และเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมของกลุ่ม เพื่อนำไปทำชิ้นงานสรุปแนวทางการแก้ปัญหา โดยชิ้นงานจะอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนภาพ แผนผัง รูปภาพ

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง เพื่ออธิบายแนวคิดและความรู้ที่ได้สืบค้นมาให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจ และหลังจากการนำเสนอจะมีการถามตอบ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสประเมินแนวทางการแก้ปัญหาว่าแนวทางใดที่เหมาะสมกับการนำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมของห้องเรียน

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงได้จากคะแนนเฉลี่ยจากใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60.78, 80.06 และ 87.65 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 3 5 และ 6 ตามลำดับ และผลคะแนนเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงได้จากผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก คิดเป็นร้อยละ 84.19 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 5

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอแบ่งการอภิปรายผลเป็น 2 ส่วน คือ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การใช้สถานการณ์ข่าวกระตุ้นความสนใจนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจ

การใช้สถานการณ์ที่เป็นผลกระทบของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร ซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนและเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนที่นักเรียนกำลังจะเรียนในชั้นสร้างความสนใจช่วยส่งเสริมให้นักเรียนตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งได้แก่ สถานการณ์สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีการกำจัดเมล็ดพันธุ์ที่ผิดปกติ ซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีที่มาจากสารเคลือบเมล็ดพันธุ์พืชส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณใกล้เคียง สถานการณ์ถั่วเหลืองจีเอ็มโอที่มีการใช้สารเคมีจำนวนมากในการกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากถั่วเหลืองมีการดัดแปลงพันธุกรรมให้สามารถต้านทานต่อยากำจัดศัตรูพืชได้ และสถานการณ์การปลูกกล้วยหอมในลาวที่มีการใช้สารเคมีจำนวนมากในกระบวนการปลูกและการเก็บรักษากล้วยหอม ซึ่งส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในกล้วยหอมและสุขภาพของเกษตรกรที่ได้สัมผัสกับสารเคมีดังกล่าว จากสถานการณ์ข้างต้นจะเห็นว่าเป็นสถานการณ์ที่เป็นข่าวที่นักเรียนได้เคยเห็นและเป็นเหตุการณ์ที่ใกล้ตัว เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่างๆ นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทุกคนรู้จัก นอกจากนี้ยังให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อสถานการณ์ที่จะเรียน ซึ่งพบว่าการใช้สถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาบทเรียนที่กำลังจะเรียน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น นอกจากนี้การเปิดโอกาสให้นักเรียนจะได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแสดงทัศนะของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ลีอชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นด้วยคำถามหรือปัญหา ดังนั้นการระบุปัญหาหรือการตั้งคำถาม ควรอยู่ในขอบเขตของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ โดยวิทยาศาสตร์ไม่สามารถแก้ได้ทุกปัญหาหรือตอบได้ทุกคำถาม ดังนั้นนักเรียนจะต้องประเมินให้ได้ว่า ปัญหาหรือคำถามใดที่วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาและตอบได้

1.2 การกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนในขั้นการค้นคว้า

การที่ผู้สอนมีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในสถานการณ์ดังกล่าว เช่น สถานการณ์สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีการกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง ทำให้ส่งกลิ่นเหม็นและเกิดความเป็นพิษต่อดินและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จากสถานการณ์นี้มีการกำหนดบทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักสิ่งแวดล้อม ประธานบริษัทเมล็ดพันธุ์ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงบทบาทและร่วมกันออกแบบแนวทางการสำรวจตรวจสอบปัญหาที่ตนเองได้รับ ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ สืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล และบันทึกสิ่งที่ได้สืบค้นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ลงในใบกิจกรรม โดยบทบาทแต่ละบทบาทที่นักเรียนได้รับนั้นจะทำให้นักเรียนได้มองเห็นมุมมองของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์และจะช่วยให้นักเรียนมองปัญหาอย่างรอบด้าน เพื่อประเมินแนวทางการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับทุกฝ่ายที่สุด ดังนั้นการกำหนดบทบาทสมมติของนักเรียนจึงมีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ลีอชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องออกแบบการศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสนับสนุนหรือหักล้างการคาดการณ์เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ และควรมีความสามารถในการประเมินได้ว่าการศึกษาใดๆ ถูกออกแบบมาเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์อะไร และการกระทำใดบ้างที่ส่งผลต่อการศึกษาและความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา

1.3 การจัดเตรียมเอกสารหรือข้อมูลเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในห้องเรียน

การที่ครูจัดเตรียมเอกสารเพิ่มเติมให้กับนักเรียน เป็นการเพิ่มทางเลือกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน รวมไปถึงยังทำให้การค้นคว้าของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากแหล่งการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้นั้นมักมาจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการใช้ค้นหาข้อมูล ทำให้การทำงานล่าช้า ใช้เวลาในการมากกว่าปกติ และข้อมูลที่หามาได้นั้นอาจไม่ตรงกับข้อมูลที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการหาแนวทางการแก้ปัญหา ดังนั้นการที่ครูผู้สอนจัดเตรียมเอกสารหรือข้อมูลเพิ่มเติมไว้จะช่วยลดข้อจำกัดดังกล่าวได้ แต่ผู้สอน

ต้องคำนึงถึงข้อมูลหรือเอกสารที่จัดเตรียมมาให้ นั่นจะต้องไม่เป็นการชี้นำแนวทางการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนมากเกินไป โดยเอกสารควรเป็นความรู้ที่มีความเฉพาะเจาะจงในเรื่องที่กำลังเรียนอยู่นอกจากนี้จะต้องมีทั้งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและไม่น่าเชื่อถือ เพื่อให้ นักเรียนสามารถฝึกการแยกแยะความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงการแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่นประกอบด้วย ซึ่งจะเกิดในระหว่างการค้นคว้าของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Ogunkola (2013) ที่กล่าวว่า การสร้างความคุ้นเคยให้บุคคลเข้าใจธรรมชาติและการค้นหาทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อกล่าวอ้างที่ขาดการสนับสนุนด้วยหลักฐาน หรือข้อมูลที่เป็นหลักฐานประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยาน โดยก่อนที่นักเรียนจะลงข้อสรุปแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูล โดยสอดคล้องกับ Luminita (2016) ที่กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ต้องการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

1.4 การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการระดมความคิดก่อนที่จะลงมือทำชิ้นงาน

ในการทำชิ้นงานของนักเรียนในขั้นระดมความคิดนั้นควรเป็นชิ้นงานที่เกิดจากความคิดรวบยอดของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนทุกคนได้ร่วมกันสืบค้นข้อมูล ดังนั้นการที่ผู้สอนให้เวลานักเรียนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และวางแผนก่อนลงมือทำชิ้นงานจริงจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพูดคุยกันและนำหลักฐานหรือสิ่งที่ตนเองได้สืบค้นมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง เพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม สอดคล้องกับ Hodson (2008) ที่กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง

1.5 การระบุเวลาที่ชัดเจนและการให้เวลานักเรียนได้ทำชิ้นงานอย่างเต็มที่

ในการทำชิ้นงาน ผู้สอนควรให้เวลานักเรียนในการจัดกระทำข้อมูลอย่างน้อย 30 นาที ให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ เพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งจากกิจกรรมในขั้นระดมความคิดพบว่าการกำหนดเวลาในการทำชิ้นงานของนักเรียนที่ไม่นานเกินไป หรือไม่น้อยเกินไป จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีเวลาในการคิดและออกแบบการแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบอื่น เนื่องจากนักเรียนจะมีการออกแบบและวางแผนการทำงาน รวมถึงแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความถนัดของสมาชิกในกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแปลงข้อมูล

ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้เข้าใจขึ้น สอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า ข้อมูลโดยทั่วไปมีจำนวนมาก ซับซ้อน และไม่สื่อความหมายได้โดยตรง ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปอื่นที่สื่อความหมายได้ง่าย และชัดเจน เช่น การจัดกระทำข้อมูลที่เป็นชุดตัวเลขให้อยู่ในรูปของกราฟ แผนภูมิ หรือแผนผัง

1.6 การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โต้แย้งแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่น

ในขั้นตัดสินใจนักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยหลังจากที่มีการนำเสนอแล้วนั้นนักเรียนคนอื่นสามารถถามคำถามเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอได้ ซึ่งผู้สอนควรมีการกำหนดเวลาในการถามตอบให้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนถามคำถามได้ตรงประเด็นมากขึ้น โดยครูผู้สอนควรเน้นย้ำนักเรียนถึงข้อคำถามที่จะถามเพื่อน ซึ่งต้องเป็นคำถามที่ว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว หรือแนวทางการแก้ปัญหานั้นสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้มีโอกาสในการตอบคำถามโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ ของเพื่อน เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Gresch, Hasselhorn, & Bogeholz (2015) ที่กล่าวว่า หลักฐานประจักษ์พยานและทางเลือกที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มีความสำคัญในการพิจารณาและตัดสินใจแนวทางจากข้อโต้แย้งของบุคคลอย่างมีคุณภาพ

1.7 การกำหนดประเด็นในการนำเสนอผลการสืบค้นให้ชัดเจน

ผู้สอนควรกำหนดประเด็นในการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ชัดเจน ซึ่งจะให้นักเรียนจะได้นำเสนอข้อมูลได้ตรงประเด็นและได้มีการแสดงหลักฐานที่ได้จากการสืบค้น โดยประเด็นที่เหมาะสมในการนำเสนอ ได้แก่ ปัญหาที่นักเรียนต้องการศึกษา แนวทางการแก้ปัญหา วิธีการประเมินแนวทางการแก้ปัญหา ข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหา และแหล่งข้อมูลที่สืบค้นมา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายศักยภาพความรู้วิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้แนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มตนเองสืบค้นมานั้นสามารถแก้ปัญหาได้จริง และช่วยให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้มีโอกาสในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่กลุ่มอื่นออกมานำเสนอด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ผลการศึกษาใดๆ แล้ว พวกเขาจำเป็นต้องสื่อสารผลการศึกษานั้นเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้คนในสังคม

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้วยการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจร ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนารู้อิทธิวิทยาศาสตร์ โดยการพัฒนา

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

จากผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก พบว่า นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยดูจากระดับการรู้วิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่วิเคราะห์จากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับ 5 จากก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 3 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของใบกิจกรรมมีคะแนนเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากในขั้นการระดมความคิด ครูได้กระตุ้นให้นักเรียนมีการสรุปสิ่งที่ศึกษามาลงในใบกิจกรรมก่อนที่จะนำมาเขียนสรุปลงในกระดาษปฐพี ส่วนสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในการกำหนดบทบาทสมมติของนักเรียนยังไม่ชัดเจน ซึ่งทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สับสนหน้าที่ที่ตนเองจะต้องทำในขั้นการค้นคว้า โดยในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เรื่อง กระบวนการเจริญเติบโตของพืช ในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์เรื่อง สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายในระดับดี สามารถประเมินและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ระดับปานกลาง โดยยังคงอยู่ในรูปแบบการบรรยาย และมีการแปลความหมายของข้อมูลที่มีความหลากหลาย รวมถึงสามารถสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจกแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบของการบรรยายแบบสั้นๆ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากในขั้นการตัดสินใจ ที่ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และมีการกำหนดประเด็นในการนำเสนอให้แต่ละกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และสอดคล้องกับปัญหาที่ตนเองได้ศึกษามากยิ่งขึ้น ส่วนสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะเป็นสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่คะแนนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งมีการพัฒนามากขึ้นกว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งอาจเกิดจากในขั้นการค้นคว้า นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานสืบค้นข้อมูลของตนเองได้รับ และมีการจดบันทึกแยกตามหัวข้อที่ตนเองได้รับผิดชอบ ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลทั้งหมดของใบกิจกรรมนั้นไม่สอดคล้องกันมากนัก เนื่องจากขาดการพูดคุยกันเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มก่อนที่จะมีการจดบันทึก จึงทำให้คะแนนในส่วนของการแปลความหมายข้อมูลได้น้อย โดยนักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์จัดอยู่ระดับ 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ ในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์เรื่อง ถั่วเหลืองจีเอ็มโอ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายได้ในระดับดีมาก สามารถประเมินและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในระดับดี และสามารถแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากรูปแบบการบรรยาย

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมากในทั้ง 3 สมรรถนะ โดยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้ให้เวลานักเรียนในการระดมความคิดก่อนที่จะลงมือทำชิ้นงาน ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสรุปสิ่งที่ได้ศึกษามาเป็นภาพรวมของกลุ่ม จึงทำให้การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการแปลงข้อมูลทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในการพัฒนาสมรรถนะนี้เกิดจากในขั้นตัดสินใจ นักเรียนได้มีโอกาสออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา รวมถึงมีการถามตอบคำถามจากเพื่อนกลุ่มอื่น ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการอธิบายความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ประกอบการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาและการตอบคำถามของเพื่อน และการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากขั้นการค้นคว้า นักเรียนเกิดความชำนาญในบทบาทและหน้าที่ที่ตนเองได้รับ จึงทำให้การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการแยกแยะข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่น โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามและโต้แย้งข้อกล่าวอ้างของเพื่อนในสถานการณ์การปลูกกล้วยหอมในลาวได้ โดยใช้ความรู้เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต และสามารถใช้ความรู้ระดับสูงในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น แผนภาพ รูปภาพ เป็นต้น โดยสร้างเป็นชิ้นงานในการนำเสนอได้เป็นอย่างดี โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์จัดอยู่ระดับ 6 ซึ่งเป็นระดับที่

นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต ในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์เรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาว ในการอธิบายได้ระดับดีมาก สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ระดับดีมาก และแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ในระดับดีมาก

ผู้วิจัยขออภิปรายผลการส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะ ดังนี้ **สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**

นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะนี้ผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในขั้นระดมความคิด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ก่อนที่จะทำชิ้นงานนำเสนอเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ซึ่งในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนั้นนักเรียนจะได้มีโอกาสในการแสดงข้อมูล พร้อมทั้งใช้หลักฐานจากการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองในการอธิบายข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นมา ซึ่งพบว่า กิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ดี สอดคล้องกับ Hodson (2008) ที่กล่าวว่า การแสดงความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ควรกระทำ นอกจากนี้ในขั้นตัดสินใจผู้สอนได้ให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนจะต้องอธิบายว่าแนวทางการแก้ปัญหากลุ่มตนเองนั้นสามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร ซึ่งในการอธิบายดังกล่าวนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อธิบายถึงการลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า ผลการศึกษาใดๆ ที่ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้ทราบ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้กับคนในสังคมได้

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะนี้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจ โดยในขั้นนี้จะให้นักเรียนเสนอปัญหาหรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครู โดยสถานการณ์ที่ผู้สอนควรนำมาใช้นั้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีผลกระทบไม่ทางตรงก็ทางอ้อมกับตัวนักเรียนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนนั้นกระตือรือร้นในการตั้งปัญหา โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังสับสนเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถตั้งคำถามหรือปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมถึงแนวทางการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถตั้งปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งจากกิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถ

ระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาได้ จากนั้นให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่แต่ละกลุ่มตั้งขึ้น ว่าปัญหาหรือคำถามใดของเพื่อนสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เขียนอธิบายวิธีการตรวจสอบปัญหาดังกล่าวอย่างง่ายในใบกิจกรรม โดยจะทำให้ให้นักเรียนได้ตระหนักว่าวิทยาศาสตร์นั้นไม่สามารถแก้ปัญหได้ทุกปัญหาหรือตอบได้ทุกคำถาม ซึ่งพบว่ามีนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกแนวทางในการตรวจสอบปัญหาหรือคำถามที่เพื่อนตั้งขึ้นได้โดยมาจากประสบการณ์ในการปฏิบัติการทดลองที่มีมาก่อนแล้วของตนเอง หลังจากนั้นนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ในขั้นการค้นคว้า เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญห โดยกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ออกแบบวิธีการสืบเสาะหาความรู้ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยมีการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหจากปัญหาที่ตนเองได้ระบุ รวมถึงเขียนประเมินแนวทางในการแก้ปัญหของตนเอง ลงในใบกิจกรรมมีรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางและวิธีการตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญห ซึ่งจากการสังเกตผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่เป็นของทางราชการหรืองานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์แล้ว แสดงให้เห็นว่าในกิจกรรมนี้ส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับ ลีอชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง (2560) ที่กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นด้วยคำถามหรือปัญหาที่ควรอยู่ในขอบเขตของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนควรประเมินได้ว่า ปัญหาหรือคำถามใดบ้างที่วิทยาศาสตร์สามารถศึกษาและตอบได้ เพราะวิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม โดยในการเริ่มต้นการศึกษา นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องออกแบบวิธีการศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานในการสนับสนุนหรือหักล้างการคาดการณ์ เพื่อตอบคำถามที่ตั้งขึ้น และศึกษาใดๆ ถูกออกแบบมาเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์อะไร และการกระทำใดบ้างที่ส่งผลต่อการศึกษาและความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะในขั้นการค้นคว้า โดยขั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปสิ่งที่สืบค้นเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหามาเขียนลงในใบกิจกรรม ซึ่งในการเขียนสรุปสิ่งเหล่านี้ นักเรียนจะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวม แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐานจากแหล่งต่างๆ และแปลความหมายข้อมูลเหล่านั้นก่อนที่จะเขียนลงไปใบกิจกรรม ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาและลงข้อสรุปได้ สอดคล้องกับ Luminita (2016) ที่กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์ต้องการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่หรือการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ และการลงข้อสรุปจากหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ Ogunkola (2013) ที่กล่าวว่า การสร้างความคุ้นเคยให้บุคคลเข้าใจธรรมชาติและการค้นหาทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะข้อมูลที่เป็นข้อกล่าวอ้าง

ที่ขาดการสนับสนุนด้วยหลักฐาน หรือข้อมูลที่เป็นหลักฐานประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้นอกจากนี้ในการอ้างอิงข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสืบค้นมานั้น นักเรียนจะต้องแสดงหลักฐานประจักษ์พยาน หรือเหตุผลประกอบการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาว่า เพราะเหตุใดแนวทางดังกล่าวจึงช่วยลดผลกระทบต่องานที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนจะต้องอธิบายและให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายข้อความดังกล่าว ซึ่งสังเกตได้จากเมื่อครูผู้สอนเข้าไปสอบถามนักเรียนจะเริ่มอธิบายว่าแนวทางการแก้ปัญหามีวิธีการอย่างไร และมีข้อดีอย่างไร สอดคล้องกับ Hodson (2008) ที่กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุน คำอธิบายข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง นอกจากนี้ในชั้นระดมความคิดยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ลงในชิ้นงานที่จะต้องนำเสนอ ซึ่งนักเรียนจะต้องทำให้ข้อมูลที่กลุ่มตนเองสืบค้นมาที่อยู่ในรูปแบบที่ซับซ้อนมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งในวงจรที่ 1 นักเรียนยังคงคุ้นชินกับการสรุปข้อมูลให้เป็นข้อความสั้นๆ แต่วงจรถัดมา นักเรียนเริ่มสรุปข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอื่นที่ไม่ใช่เพียงการบรรยาย เช่น การวาดแผนผังแนวทางการจัดการเรียนรู้ และในขั้นตัดสินใจที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถประเมินข้อกล่าวอ้างของเพื่อนกลุ่มอื่น รวมถึงการโต้แย้งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน จากผู้วิจัยได้สังเกตการนำเสนอของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้คำถามในการถามหาข้อมูลที่เพื่อนสืบค้นมาได้ดี และมีการโต้แย้งถึงข้อดี ข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว ก่อนที่จะสรุปสุดท้าย สอดคล้องกับ Gresch, Hasselhorn, & Bogeholz (2015) ที่กล่าวว่า หลักฐานประจักษ์พยานและทางเลือกที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มีความสำคัญในการพิจารณาและตัดสินใจแนวทางจากข้อโต้แย้งของบุคคลอย่างมีคุณภาพ

หากพิจารณาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่านักเรียนมีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีถึงดีมาก นั่นคือ ระดับ 5 และ 6 เนื่องจากได้รับการส่งเสริมสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้วนั้น พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ที่ระดับ 3 ซึ่งสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 58.33 เนื่องจากครูผู้สอนยังขาดการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนไม่ชัดเจน ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าตนเองจะต้องทำอะไร และมีหน้าที่อย่างไรบ้าง ทำให้นักเรียนออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในขั้นการค้นคว้ายังไม่ตรงประเด็น แต่ในวงจร

ปฏิบัติการที่ 2 ครูได้มีการกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่มอย่างชัดเจน โดยให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ และนักสิ่งแวดล้อม โดยให้แต่ละคนแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นตามหัวข้อที่กลุ่มตนเองสนใจ ซึ่งนักเรียนจะต้องเลือกหัวข้อการสืบค้นที่เหมาะสมกับบทบาทของตนเอง จึงทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นนั้นมีความละเอียดมากขึ้น และแสดงถึงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มสูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 78.33 และคะแนนเฉลี่ยของทุกสมรรถนะเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ความแตกต่างของระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 โดยนักเรียนมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับ จากระดับ 3 เป็นระดับ 5 ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนสามารถใช้เนื้อหา กระบวนการ และการได้มาของความรู้ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อให้คำอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ และแปลความหมายของข้อมูลที่หลากหลาย แต่ไม่ได้ใช้องค์ความรู้ระดับสูงทุกสถานการณ์ โดยนักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนในสถานการณ์ที่หลากหลาย และให้คำอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นอย่างเหมาะสม รวมถึงสามารถแปลความหมายข้อมูลที่มีความซับซ้อน และประเมินความน่าเชื่อถือได้ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้แสดงออกถึงการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.5 ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบเสาะหาความรู้ที่สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีความชำนาญในเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้สามารถอธิบายความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ได้เข้าใจ และถูกต้องมากขึ้น

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับ 5 ซึ่งต่ำกว่าระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่อยู่ในระดับ 6 เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งในขั้นการค้นคว้าและขั้นระดมความคิดต้องอาศัยการร่วมมือกัน เพื่อช่วยกันพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งแตกต่างจากผลการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ที่ประเมินโดยใช้แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินรายบุคคล สะท้อนให้เห็นว่า กระบวนการกลุ่มนั้นส่งผลดีต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินการหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rosario (2009) ที่กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและมีอิสระในการดำเนินการพิจารณาข้อมูลมากกว่าการเรียนแบบปกติ

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอกได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yoruk (2010) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะมาใช้อย่างแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

การเลือกใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ครูผู้สอนควรเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งอาจจะพบเห็นได้โดยทั่วไปหรือในข่าว โดยครูจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่จะสอนกับสถานการณ์จะต้องมีความสอดคล้องกัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และเกิดการพัฒนากการรู้วิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยพบว่า ในขั้นการค้นคว้าและขั้นระดมความคิดนักเรียนได้มีโอกาสในการทำงานร่วมกันกับเพื่อนซึ่งทำให้ในการทำชิ้นงาน และการแสดงผลสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้ดีกว่าการทำงานเดี่ยว ซึ่งสังเกตได้จากผลคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างเรียนมีการพัฒนามากกว่าการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนที่วัดจากแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า ปัจจัยในเรื่องการทำงานกลุ่ม หรือการทำงานแบบร่วมมือที่มีผลต่อการพัฒนากการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรนำไปศึกษาเพิ่มเติม

2.2 จากการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องการมิติด้านคุณธรรมและจริยธรรมในการตัดสินใจเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมของห้องเรียน ในการวิจัยครั้งต่อไปหากมีการปรับสถานการณ์ให้เป็นประเด็นที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมโดยภาพรวมและยังคงเป็นข้อถกเถียงในสังคมที่หาข้อยุติไม่ได้

ซึ่งจะสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการตัดสินใจที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการทางจริยธรรม





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้น 20 พฤษภาคม 2561, จาก [http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123\(2\).pdf](http://opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123(2).pdf)
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). ประเด็นและแนวโน้มการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 1-21.
- โชคชัย ยืนยง. (2550). *การใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. สืบค้น 31 พฤษภาคม 2560, จาก http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=11796&Key=news_research
- ณพัชรอร บัวจูน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2559). สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวดยุทธศาสตร์ศึกษาทั่วไป. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 11(2), 97-109.
- ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2546). *การจัดการเรียนการสอนวิชาวิธีสอนชีววิทยา ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์), กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดการประสบการณ์เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 14(3), 29-48.
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2015. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(186), 40-43.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พุทธิธร บวรณสดีตวงศ์. (2560). *การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการใช้สื่อโฆษณาเรื่อง ระบบย่อยอาหาร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภพ เลหาไฟบุรณ์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

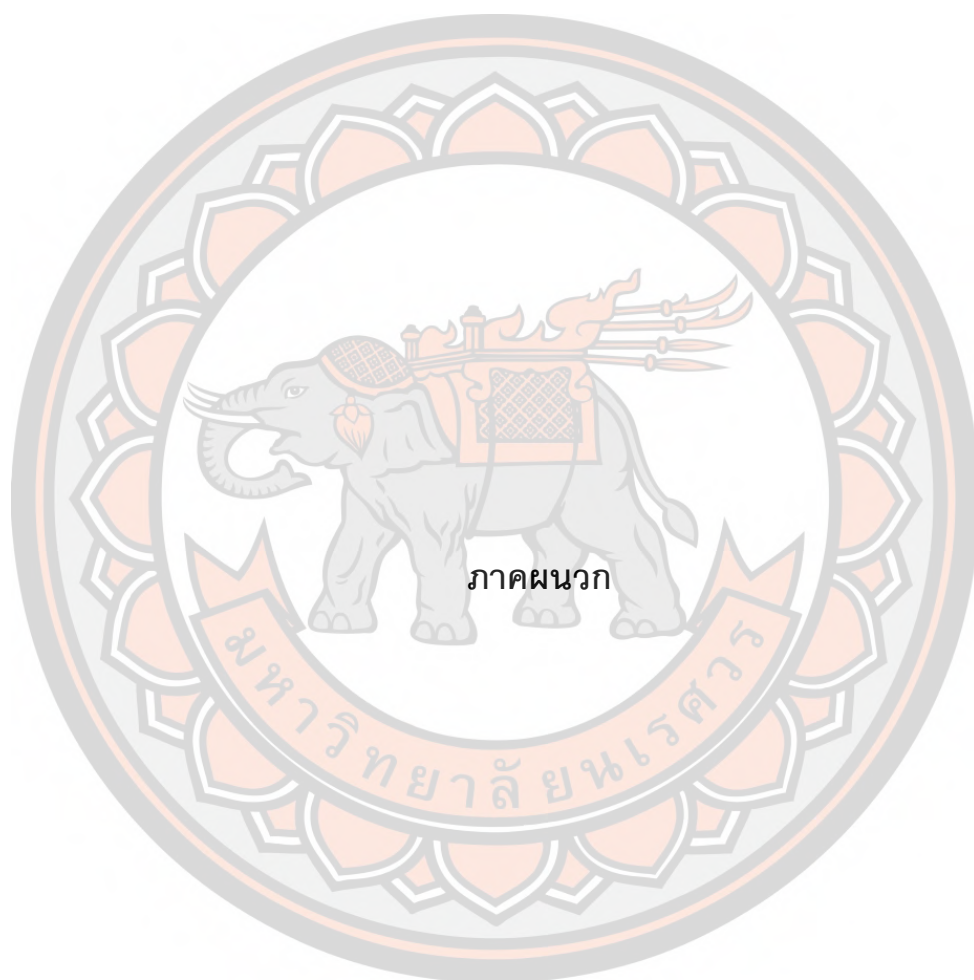
- มณีกานต์ จิตเอื้อเพื่อ. (2557). การส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาณาจักรสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม ผนวกปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มณีรัตน์ แทนพรมมา. (2558). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเรื่อง สารนาโนในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รุ่งทิวา กองสอน. (2556). การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 6(2), 50-64.
- ลือชา ลดาชาติ (บรรณานิการ). (2555). การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรไทย (น.ส.พ. พ้าเมืองไทย).
- ลือชา ลดาชาติ, และโชคชัย ยืนยง. (2560). สิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์ไทยควรเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ. วารสารปริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 28(2), 109-137.
- วัฒน์ วัฒนากุล.(2557). การอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวด้วยวิทยาศาสตร์. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 43(191), 20-22.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทราสาร: บอสรสารพิมพ์ .
- ศิริกาญจน์ บรมสุข. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา (สกสค.) ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554). คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครู และบุคลากรทางการศึกษา (สกสค.) ลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2559ก). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2559ข). *รายงานประจำปี 2558 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560ก). *ผลการประเมิน PISA 2015 บอกอะไรถึงระดับนโยบาย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560ข). *PISA กับประเทศไทย: ความจริงที่ต้องยอมรับ*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560ค). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สิริรัตน์ เทียงดี. (2555). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาจิตสาธารณะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุชุม อัดวาวุฒิชัย. (2554). *ช่องว่างของความเข้าใจต่อภาคเกษตรและชนบทไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ openbooks.
- สุดารัตน์ อะหลี่แอ. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*, สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุนันทา กองตาพันธ์. (2556). *การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีและปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจน์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). *การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.

- สุริยาวัต นีกรักษ์. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุวรรณ อัมพรदनัย. (2554). แนวคิดเรื่องอุตสาหกรรมโลหะด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2559). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Aikenhead, G. (2003). *STS Education: A Rose by Any Other Name*. A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham. New York: Routledge-Farmer, 59-75.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bar, V., Azaiza, E., Azaiza, D., & Shirtz, A. S. (2016). Teaching Electrolysis Using STSE Method, Multidisciplinary Approach. *World Journal of Educational Research*, 3(2), 321-341.
- Bencze, L. (2012). *STSE Education*. Retrieved March 15, 2017, from <http://wespace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html>.
- Fensham, P.J. (1985). Science for All. *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), 415-435.
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2015). Enhancing Decision-Making in STSE Education by Inducing Reflection and Self-Regulated Learning. *Research In Science Education*, 47(1), 95-118.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teacher guide to history, philosophy and sociology of science* Rotterdam. Rotterdam: Sense.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2008). *Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. (3rd ed). California: SAGE Publications.
- Kerlinger, F. N. (1973). *Foundation of Behavioral Research* (2nd ed). Quezen City: Phoemix Press.

- Lau, K. (2013). Impacts of a STSE high school biology course on the scientific literacy of Hong Kong students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-25.
- Laugsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Luminita, B. D. (2016). Attitudes toward Science and Scientific Literacy Among Romanian Young Adults. Paper present in *The European Proceedings of Social & Behavioral Science*.
- Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS). *Bulletin Of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.
- Marks, R., & Elilks, I. (2009). Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching: Concept, Examples, Experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 231-245.
- Ogukola, B. (2013) Scientific Literacy: Conceptual Overview, Importance and Strategies for Improvement. *Journal of Educational and Social Research*, 3(1), 265-274.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2009). *Scientific literacy framework 2009*. PISA; OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2016a). *PISA 2015 Results in Focus*. Retrieved March 5, 2017, from <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2016b). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. PISA; OECD Publishing, Paris.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(601), 601-626.
- Richardson, G., & Blades, D. (2001). Social studies and science education: Developing world citizenship through interdisciplinary partnerships. Retrieved March 6, 2017, from http://www2.education.ualberta.ca/css/Css_35_3/ARDeveloping_worldcitizenship.htm

- Rosario, B. I. D. (2009). Science, Technology, Society and Environment (STSE) Approach in Environmental Science for Conscience Students in a Local Culture. *CHED Accredited Research Journal*, 6(1), 269-283.
- Salamon, E. (2007). *Scientific literacy in higher education*. Retrieved June 2, 2017, from http://people.ucalgary.ca/~tamaratt/SciLit_files/SciLit_Review.pdf.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.
- Simones, C. M., & Coimbra, M. N. C. T. (2016). Chemistry Teaching in a STSE Perspective A School Project. *American Journal of Educational Research*, 4(10), 731-735.
- Thomson, S., Hillman, K., & Bortoli, L. (2013). *A Teacher's Guide to PISA Scientific Literacy*. Retrieved March 5, 2017, from <https://research.acer.edu.au/ozpisa/13/>
- Yalaki, Y. (2016). Improving university students's science-technology-society-environment competencies. *International Journal of Progressive Education*, 12(1), 90-98.
- Yoruk, N., Morgil, I., & Secken, N. (2009). The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning. *US-China Education Review*, 6(8), 68-74.
- Yuenyong, C., & P. Narjaikaew. (2009). Scientific Literacy and Thailand Science Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 335-349.
- Zhang, T., Asher, E., Zhang, M., & Yang, J. (2017). Thinking about Science: Understanding the Science, Technology, Society and Environment Education of Canada. *International Journal of Education and Social Science*, 4(2), 15-20.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระเชตุвр

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัชภัตต์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ดร.สุริยา ชานู
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. คุณครูขวัญ ตาใจ
ครูเชี่ยวชาญพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา โรงเรียนมัธยมศึกษา
แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช
ดอก 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	2	1				3	4.67	0.58
1.3	2	1				3	4.67	0.58
2.1	2	1				3	4.67	0.58
2.2	2	1				3	4.67	0.58
2.3	2	1				3	4.67	0.58
2.4	2	1				3	4.67	0.58
3.1	3					3	3	0
3.2	1	2				3	4.33	0.52
3.3	1	2				3	4.33	0.52
3.4	2	1				3	4.67	0.58
3.5	2	1				3	4.67	0.58
3.6	2	1				3	4.67	0.58
3.7	1	2				3	4.33	0.52
4.1	3					3	3	0
4.2	3					3	3	0
4.3	2	1				3	4.67	0.58
5.1	2	1				3	4.67	0.58
5.2	2	1				3	4.67	0.58
5.3	1	1	1			3	4	0.34
5.4	2		1			3	4.67	0.58
	เฉลี่ย					3	4.35	0.48

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา ว 30243 ชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต

เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชดอก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกุลธิดา ชนาภิมุข

1. สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1

เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับสารที่พืชสร้างขึ้นที่มีผลต่อโครงสร้างของพืช

3. สาระสำคัญ

ฮอร์โมนพืชเป็นสารสำหรับพืชที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ ออกซินที่มีอิทธิพลทำให้ยอดพืชโค้งงอเข้าหาแสง และยับยั้งการเจริญของตาข้าง เร่งการเจริญของราก ชะลอการหลุดของใบ จิบเบอเรลลิน กระตุ้นการขยายขนาดตามยาว ไซโตไคนินกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การเกิดตาข้าง และชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทิลีน เร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการร่วงของใบและ

การออกดอก และกรดแอบไซซิกยับยั้งการเจริญเติบโตของตา ควบคุมการปิดเปิดปากใบ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ และยับยั้งการงอกของพืช

4. สารการเรียนรู้

พืชสามารถสร้างสารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเรียกว่าฮอร์โมนพืช ได้แก่

- 1) ออกซิน เช่น ทำให้ยอดพืชโค้งงอเข้าหาแสง ยับยั้งการเจริญของตาข้าง เร่งการเจริญของราก ชะลอการหลุดร่วงของใบและพัฒนารังไข่เป็นผลโดยไม่ต้องได้รับการผสม
- 2) ไซโทไคนินกระตุ้น การแบ่งเซลล์ การเกิดตาข้าง และชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์
- 3) จิบเบอเรลลินกระตุ้นการขยายขนาดตามยาวของเซลล์บริเวณปล้อง กระตุ้นการงอกของเมล็ด กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิดและพัฒนารังไข่เป็นผลโดยไม่ต้องรับการผสม
- 4) เอทิลีน เร่งการสุกของผลไม้ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิด และ
- 5) กรดแอบไซซิกยับยั้งการเจริญเติบโตของตา ควบคุมการปิดเปิดปากใบ กระตุ้นการหลุดร่วงของใบ และยับยั้งการงอกของเมล็ด

นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถสังเคราะห์สารเคมีที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชเพื่อใช้ในทางการเกษตรได้หลายชนิด โดยสารที่สังเคราะห์ขึ้นมานี้จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนออกซิน เช่น NAA (Naphthaleneacetic acid) 2,4-D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid) สารที่มีสมบัติเหมือนไซโทไคนิน เช่น BA (6-benzylamino purine) และ PBA (tetrahydropyranyl benzyladenine) และสารที่มีสมบัติเหมือนเอทิลีน เช่น สารเอทيفون (ethephon, 2-chloroethyl phosphoric acid) เป็นต้น

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้

1. หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถอธิบายการออกฤทธิ์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้นที่มีผลต่อโครงสร้างของพืชได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในขั้นการระดมความคิดได้

2. นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถลดผลกระทบจากการใช้สารเคมีในการปลูกพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในขั้นการตัดสินใจได้

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่จะต้องค้นคว้าในชั้นสร้างความสนใจได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายว่าปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์เรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาวสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นสร้างความสนใจได้
3. นักเรียนสามารถระบุวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นการค้นคว้าได้
4. นักเรียนสามารถประเมินความเป็นไปได้ในวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของกลุ่มตนเองในชั้นการค้นคว้าได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายความน่าเชื่อถือของแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ของกลุ่มตนเองในชั้นการค้นคว้าได้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) เพื่อสนับสนุนเหตุผลในการใช้วิธีการอื่น เพื่อลดการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอมในชั้นการค้นคว้าได้
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปผลการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ได้
3. นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับวิธีการลดการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอมที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการศึกษาจากหลักฐานแบบอื่นในชั้นสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ได้
4. นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักฐานและประจักษ์พยานในชั้นตัดสินใจได้
5. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้จากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งในชั้นการระดมความคิดได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา
2. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อนในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้

6. หลักฐานการเรียนรู้และแนวทางการประเมิน

ความรู้

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถอธิบายการออกฤทธิ์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้นที่มีผลต่อโครงสร้างของพืชได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป	การเขียนอธิบายเกี่ยวกับการออกฤทธิ์สารควบคุมการเจริญเติบโต	ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต	ผ่าน = ได้คะแนน 70% ขึ้นไป

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในชั้นการระดมความคิดได้	- การเขียนวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต	มีสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้น
2. นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถลดผลกระทบจากการใช้สารเคมีในการปลูกพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในชั้นการตัดสินใจได้	- การเขียนอธิบายศักยภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่ช่วยลดผลกระทบจากการใช้สารเคมี	- ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต	

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
<p>1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องค้นคว้าในชั้นสร้างความสนใจได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถอธิบายว่าปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์เรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาว สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นสร้างความสนใจได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถระบุวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นการค้นคว้าได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถประเมินความเป็นไปได้ในวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของกลุ่มตนเองในชั้นการค้นคว้าได้</p> <p>5. นักเรียนสามารถอธิบายความน่าเชื่อถือของแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ของกลุ่มตนเองในชั้นการค้นคว้าได้</p>	<p>- การเขียนระบุปัญหาที่ต้องการค้นคว้า</p> <p>- การพูดอธิบายถึงการตรวจสอบปัญหาที่ต้องการศึกษาของแต่ละกลุ่ม</p> <p>- การเขียนระบุวิธีการสืบเสาะหาความรู้</p> <p>- การพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในวิธีการที่กลุ่มตนเองใช้ในการค้นคว้า</p> <p>- การพูดอธิบายความน่าเชื่อถือของแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้</p>	<p>ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต</p>	<p>มีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้น</p>

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
<p>1. นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน เพื่อสนับสนุนเหตุผลในการใช้วิธีการอื่น เพื่อลดการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอมในขั้นการค้นคว้า</p> <p>2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปผล การสำรวจและสืบเสาะหา ความรู้</p> <p>3. นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับวิธีการลดการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอมที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่นในขั้นสำรวจและสืบเสาะหาความรู้</p> <p>4. นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่บนหลักฐานและประจักษ์พยานในขั้นตัดสินใจ</p> <p>5. นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้จากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งในขั้นการระดมความคิด</p>	<p>- การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลใน เรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีการอื่นที่ลดการใช้สารเคมี</p> <p>- การเขียนสรุปวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- การอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการลดการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอม</p> <p>- การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในห้องเรียน</p> <p>- การนำเสนอผล การสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ</p>	<p>ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต</p>	<p>มีสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้น</p>

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. เมื่อดึงกำหนดเวลาเข้าเรียน นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา		แบบประเมิน	
2. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อน ในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้	สังเกตพฤติกรรม การเข้าห้องเรียน	พฤติกรรม ระหว่างกร จัดการเรียนรู้	ผ่าน = ระดับดีขึ้นไป

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนเตรียมกล้วยหอมมา โดยให้นักเรียนเลือกกล้วยหอมที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุกล้วยหอมว่า บรรจุภัณฑ์เหล่านั้นช่วยรักษาความสดของกล้วยหอมได้อย่างไร จากนั้นครูกระตุ้นนักเรียนโดยตั้งคำถามว่า นักเรียนคิดว่ากล้วยที่ส่งออกไปยังต่างประเทศต้องมีลักษณะเป็นอย่างไร (นักเรียนสามารถแสดงทัศนะเกี่ยวกับการส่งออกกล้วยได้ตามประสบการณ์ของตนเองอย่างอิสระ)

2. ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับข่าวการปลุกกล้วยหอมในลาว จากนั้นครูตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับอันตรายของการใช้สารเคมีในการปลุกกล้วยหอม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว

3. ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ข่าวเรื่อง การปลุกกล้วยหอมในลาว ซึ่งสถานการณ์เกี่ยวกับข่าวการปนเปื้อนสารเคมีในสวนกล้วยหอมที่ประเทศลาว และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ข่าวข้างต้น และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคมและสิ่งแวดล้อม เช่น การตกค้างจากสารเคมีที่ใช้ในการปลุกกล้วยหอม การปนเปื้อนของสารเคมีในแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นต้น โดยครูจัดบันทึกสิ่งที่นักเรียนพูดลงบนกระดาน

4. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ดังนี้

- เพราะเหตุใดเกษตรกรจึงนิยมใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตในการปลุกกล้วยหอม (การใช้สารกำจัดศัตรูพืชสามารถกำจัดวัชพืชหรือศัตรูพืชรวดเร็ว ทำให้ผลผลิตมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตไม่เสียหายจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช และราคาไม่แพง และ

สารควบคุมการเจริญเติบโตช่วยให้เกษตรกรได้ผลผลิตที่คุณภาพมากขึ้นสามารถขายได้ในราคาที่สูงขึ้นเช่นกัน)

- การใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (นักเรียนสามารถอภิปรายเกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตได้หลากหลายตามประสบการณ์ของแต่ละคน ตัวอย่างเช่น ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในแหล่งธรรมชาติ สุขภาพของชาวสวนย่าแย้ สารตกค้างในพืชผัก ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค)

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า (1 ชั่วโมง 45 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ เพื่อแก้ปัญหามลกระทบของการใช้สารเคมีในการปลูกกล้วยหอมที่ประเทศลาวต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยครูจะบันทึกปัญหาของแต่ละกลุ่มบนกระดาน

2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน โดยที่ให้นักเรียนเลือกกลุ่มด้วยตนเอง จากนั้นให้แต่ละคนเลือกบทบาทสมมติ ซึ่งได้แก่ นักวิชาการ นักวิทยาศาสตร์ และนักสิ่งแวดล้อม จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าปัญหาที่แต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งมาว่า คำถามเหล่านั้นสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกปัญหาที่น่าสนใจ เพื่อนำไปสู่การสืบค้นลงในใบกิจกรรม

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโต จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือเรียน เอกสารประกอบการเรียน อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหามาที่ครูกำหนด ซึ่งสิ่งสำคัญในขั้นการค้นคว้านี้ ครูควรจะให้อิสระในการสืบค้นของนักเรียนก่อน โดยให้นักเรียนได้วางแผนและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองก่อน หากนักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถวางแผนหรือออกแบบได้ ครูอาจใช้คำถามแนะนำแนวทางในการออกแบบวิธีการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ดังนี้

- สารกำจัดวัชพืชคืออะไร (สารหรือสารผสมที่ใช้ในการป้องกัน ทำลาย ชับไล่ หรือทำให้ศัตรูพืชอ่อนแอลง รวมทั้งสารหรือสารผสมที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อทำให้ใบพืชร่วง หรือแห้ง)

- สารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในการปลูกพืชมีอะไรบ้าง และมีคุณสมบัติอย่างไร

(1) ยาฆ่าหญ้า เช่น ไกลโฟเสต เป็นสารชนิดใดๆ ก็ตามทีนำมาเพื่อเอาไว้กำจัดทำลายหรือจะยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะอยู่ในขณะที่พืชกำลังงอกหรือยังไม่ได้ออก

(2) สารกำจัดเชื้อรา เช่น โปรคลอราซ และโพรพิโคนาโซล เป็นสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดการเกิดโรค

ในพืช ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากเชื้อรา 3) ยาฆ่าแมลงเป็นสารที่ใช้ฆ่า กำจัด หรือลดการแพร่พันธุ์ของแมลง ซึ่งมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกายแมลงศัตรูพืช)

- สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชคืออะไร (สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นหรือสารที่สังเคราะห์) เมื่อใช้ในปริมาณเล็กน้อยทำให้เกิดผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจเกิดผลในการเร่งหรือชะลอการเจริญเติบโตของพืชก็ได้ หนึ่งในนั้นคือ ฮอโมนพืช)

- สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีอะไรบ้าง และแต่ละตัวมีคุณสมบัติอย่างไร (สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ 1) ออกซิน 2) ไซโทไคนินกระตุ้น 3) จิบเบอเรลลิน 4) เอทิลีน และ 5) กรดแอบไซซิก)

ขั้นที่ 3 ขั้นการระดมความคิด (1 ชั่วโมง)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด เพื่อแลกเปลี่ยนสิ่งที่สมาชิกแต่ละคนได้สืบค้นมา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันทำชิ้นงานสรุปแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยแปลงข้อมูลจากข้อความที่ได้จากการสืบค้นของเพื่อนให้อยู่ในรูปแบบการนำเสนอแบบอื่นๆ เช่น แผนภาพ ไปสเตอร์ แผ่นพับ หรือการแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น และนักเรียนจะต้องระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้สารที่นำมาใช้ทดแทนสารเคมีอันตราย เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นที่พืชสร้างขึ้น และการออกฤทธิ์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของแต่ละตัว

ขั้นที่ 4 ขั้นตัดสินใจ (1 ชั่วโมง)

1. ครูชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยแบ่งช่วงในการนำเสนอออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการนำเสนอ ใช้เวลา 5 นาที และช่วงในการถามตอบ ใช้เวลา 3 นาที โดยประเด็นในการนำเสนอที่มีดังนี้

- ปัญหาที่นักเรียนสนใจศึกษา
- แนวทางการแก้ปัญหา
- วิธีการประเมินแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว
- ข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหา

2. ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน โดยเลือกจากความสนใจของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในระหว่างการนำเสนอชิ้นงานนั้นครูจะต้องคอยจดประเด็นสำคัญของแต่ละแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เมื่อจบการนำเสนอของแต่ละกลุ่มแล้ว ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถามกลุ่มที่นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยลักษณะคำถามในการถามนั้นควรที่จะเป็นคำถามที่

เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งควรถามว่า ทำไมจึงใช้แนวทางการแก้ปัญหานั้น เพราะเหตุใดแนวทางการแก้ปัญหานั้นจึงช่วยแก้ปัญหา หรือแนวทางการแก้ปัญหานั้นช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร เป็นต้น

3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน โดยให้อภิปรายเกี่ยวกับข้อดีและข้อด้อยของแนวทางการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งประเมินหลักฐานจากกลุ่มอื่นๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เพื่อนได้นำมาสนับสนุนงานของตนเอง โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามดังนี้

3.1 จุดเด่นและจุดด้อยของวิธีการใช้สารอื่นทดแทนสารเคมีอันตรายของแต่ละกลุ่มคืออะไร

3.2 วิธีการดังกล่าวช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมของห้องเรียน และมีการอภิปรายอ้างอิงไปถึงแนวทางการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในการอธิบายให้กับบุคคลรอบข้างหรือสังคมต่อไป

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต
- เอกสารเพิ่มเติม เรื่อง “สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและแนวทางการใช้กับพืชผล”

(<http://www.doa.go.th/hort/images/BOOK/controlled-substances.compressed-1.pdf>)

- บทความออนไลน์ เรื่อง การปลูกกล้วยหอมทอง แบบอินทรีย์

(<https://www.organicfarmthailand.com/how-to-grow-organic-banana/>)

- อื่นๆ เช่น สถานการณ์ข่าวเรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาว (<https://www.thairath.co.th/content/950423>) วิดีทัศน์เรื่อง การปลูกกล้วยหอมในลาว (<https://www.youtube.com/watch?v=9nzVBHGXS7k>)

9. ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ใบกิจกรรม เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโต

เลขที่สมาชิกกลุ่ม กลุ่มที่ ชั้น.....

สถานการณ์ : การปลูกกล้วยหอมในลาว



ที่มา: <https://www.thairath.co.th/content/950423>

กล้วยหอมได้รับความนิยมบริโภคอย่างมากในประเทศจีน เนื่องจากกล้วยหอมมีคุณสมบัติในการปรับสมดุลทางเพศของชายหญิง นอกจากนี้ยังช่วยให้สร้างเมลาได้เร็วขึ้น จึงทำให้นักลงทุนชาวจีนจำนวนมากขยายการปลูกกล้วยหอมในต่างประเทศ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือประเทศลาว ด้วยความต้องการที่จะเพิ่มผลผลิตให้กล้วยหอมมีจำนวนมาก น้ำหนักผลมาก มีขนาดผลใหญ่ และมีสีส้มสวยงามน่ารับประทาน จึงมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตจำนวนมาก ได้แก่ ยาฆ่าหญ้า สารกำจัดเชื้อรา สารฆ่าแมลง และฮอร์โมนพืช เพื่อลดต้นทุนและทำให้ราคาของกล้วยหอมสูงกว่าท้องตลาด ซึ่งสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ หรือ IUCN ได้มีการนำตัวอย่างกล้วยหอมไปตรวจ พบว่าพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีสภาพดินเสียหาย ไม่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ และมีการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้ชาวสวนเกิดอาการแพ้และมีการปนเปื้อนของสารเคมีในเลือดจำนวนมาก

1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาใดที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

2. จากปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ปัญหาใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเหตุใด

.....

.....

3. ปัญหาที่นักเรียนต้องการศึกษา

.....

.....

4. การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้

4.1 นักเรียนคิดว่าต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใดบ้างในการศึกษา จงอธิบาย

ความรู้	เหตุผล	แหล่งข้อมูล

4.2 วิธีการใดที่นักเรียนจะเลือกใช้แก้ปัญหา โดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เพราะเหตุใด (ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย)

.....

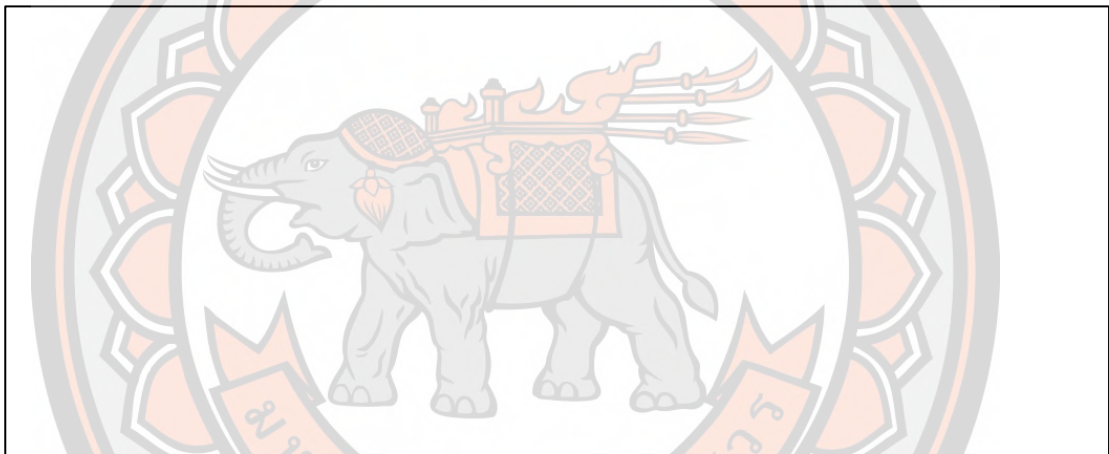
.....

.....

.....

.....

4.3 ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นแผนภาพ หรือรูปภาพ พร้อมทั้งบอกวิธีการตรวจสอบผลการทดลอง หรือผลการศึกษาที่ได้



4.4 ข้อดีและข้อด้อยของวิธีการแก้ปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 วิธีการดังกล่าวช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้

เรื่อง มาตรการควบคุมการเจริญเติบโต วิชาชีววิทยา 3 (ว30243) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง : ให้ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักเรียน

กลุ่ม ที่	เลขที่	การยอมรับ ความคิดเห็น ของเพื่อน (2)	การตรงต่อเวลา			รวม (4)
			เข้า เรียน ตรง เวลา (2)	เข้า เรียน สาย (1)	ไม่เข้า เรียน (0)	

เกณฑ์การให้คะแนน

การยอมรับความคิดเห็นของเพื่อน

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่นในการอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา และนำข้อเสนอแนะของเพื่อนมาปรับปรุงแก้ไขงานตนเอง

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่นในการอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่นในการอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา

เกณฑ์การประเมิน

4 คะแนน หมายถึง ดีมาก

3 คะแนน หมายถึง ดี

0-2 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่อง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	ระดับ	การอธิบาย
การระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบายแนวทางแก้ปัญหา	ระดับดีมาก	นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูล หรือใช้ข้อมูลที่สืบค้นหา หรือสร้างคำอธิบายใหม่ที่แตกต่างจากข้อความเดิม โดยมีความหมายเหมือนเดิม โดยคำอธิบายนั้นแสดงให้เห็นถึงความคิดรวบยอดด้วยตนเองในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา โดยข้อมูลดังกล่าวมีความครบถ้วนและเหมาะสมตามหัวข้อที่ศึกษา
	ระดับดี	นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูล หรือใช้ข้อมูลที่สืบค้นหา หรือสร้างคำอธิบายที่แตกต่างจากข้อความเดิม โดยมีความหมายเหมือนเดิมในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา โดยข้อมูลดังกล่าวมีความถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือขาดความเหมาะสมตามหัวข้อที่ศึกษา
	ระดับปานกลาง	นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูล หรือใช้ข้อมูลที่สืบค้นหา หรือสร้างคำอธิบายอย่างง่ายในการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา โดยข้อมูลดังกล่าวมีถูกผิดปะปนกัน และไม่ครบถ้วน หรือขาดความเหมาะสมตามหัวข้อที่กำหนด
	ควรปรับปรุง	นักเรียนไม่ระบุ ใช้ หรือสร้างแบบจำลอง หรือนำเสนอข้อมูลเพื่ออธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับการรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยพิจารณาความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ กับประเด็นปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นสมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

คือ การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในบริบทหนึ่งๆ ได้อย่างเหมาะสม และมีความสมเหตุสมผล รวมทั้งสามารถอธิบาย ตีความปรากฏการณ์ คาดเดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้

- 1.1 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.2 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

คือ การประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นอื่นๆ ได้ บอกได้ว่าประเด็นใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา และใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้

- 2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
- 2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2.5 อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

คือ การตีความหมายของข้อมูลที่ได้รับ สร้างรูปแบบของคำอธิบายในแบบของตนเอง สร้างข้อสรุปจากคำพยากรณ์ หรือข้อกล่าวอ้างที่ควรได้อยู่บนหลักฐาน ประจักษ์พยาน รวมไปถึงการอภิปราย ได้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์หรือสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทที่กำหนดให้ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้

3.1 แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีวิทยาศาสตร์กับที่มาจากทวิภาคจากหลักฐานแบบอื่น

3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องแต่ละข้อมีดังต่อไปนี้

ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามการรู้วิทยาศาสตร์

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามการรู้วิทยาศาสตร์

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับสมรรถนะตามการรู้วิทยาศาสตร์

คำถาม	สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ที่ 1 : ดอกบัวตอง วัชพืชเอเลี่ยนสปีชีส์แสนสวย					
คำถามข้อที่ 1 หลักฐานใดที่เกี่ยวข้องและสนับสนุน ข้อคิดเห็นข้างต้นได้ดีที่สุด	สมรรถนะ 3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				

คำถาม	สมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์	คะแนน	ข้อเสนอแนะ
<p>คำถามข้อที่ 2</p> <p>จากการโต้แย้งของชาวบ้านข้างต้น เด็กหญิง มะลิควรใช้หลักฐานใดประเมินข้อโต้แย้ง ดังกล่าวว่าถูกต้องหรือไม่</p>	<p>สมรรถนะที่ 3.5 ประเมิน ข้อโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์และ หลักฐานจากแหล่งที่มา ที่หลากหลาย</p>		
<p>คำถามข้อที่ 3</p> <p>นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่าสารที่ต้นบัวตอง สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการ สกัดเป็นสารกำจัดศัตรูพืชได้ ทำให้วัชพืช หลายชนิดตาย หากนักเรียนต้องการศึกษา เกี่ยวกับเรื่องนี้ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>สมรรถนะที่ 2.2 บอกได้ ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีทาง วิทยาศาสตร์</p>		

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
3	บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
5	อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์ จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7	ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
8	อธิบายศักยภาพของความรู้ วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อ สังคม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
10	บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ได้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11	ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีก รูปแบบหนึ่ง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

สรุปแบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ทั้ง 12 ข้อ มีค่า
ดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์

ภาคผนวก จ แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1 : ดอกบัวตอง วัชพืชเอเลี่ยนสปีชีส์แสนสวย



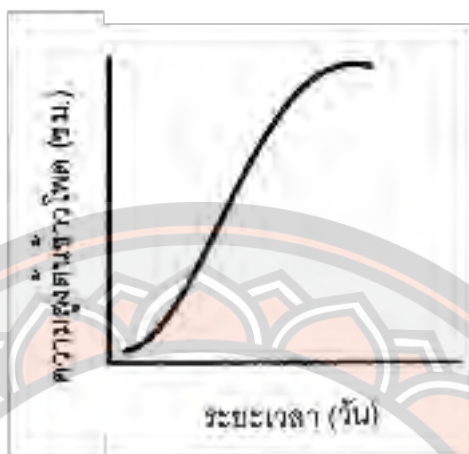
ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=ZLHqehn87fY>

เด็กหญิงมะลิได้ดูข่าวในโทรทัศน์ที่ระบุว่าดอกบัวตองเป็นเอเลี่ยนมีสารพิษ จึงได้ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดยพบหลักฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

หลักฐาน A. นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการปลูกเมล็ดข้าวโพดในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ใกล้เคียงทุ่งบัวตอง พื้นที่ใกล้แม่น้ำ และทุ่งนา จากนั้นได้บันทึกจำนวนเมล็ดข้าวโพดที่งอกครบ 7 วัน ได้ผลดังตาราง

จำนวนวัน หลังเพาะ	จำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน		
	พื้นที่ใกล้เคียงทุ่งบัวตอง	พื้นที่ใกล้แม่น้ำ	ทุ่งนา
1	0	0	0
2	0	0	0
3	21	50	0
4	56	50	80
5	65	50	70
6	30	50	48
7	0	50	21

หลักฐาน B. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในพื้นที่ที่มีต้นบัวตอง และเขียนกราฟแสดงการเจริญเติบโต ดังนี้



หลักฐาน C. หัวหน้ากรมอุทยานแห่งชาติกล่าวว่า ชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นรุกรานพื้นที่อุทยานฯ อย่างรุนแรง ซึ่งเกิดเนื่องจากพืชต่างถิ่นสามารถเติบโตแก่แข่งการเอาชนะพืชในท้องถิ่นได้ ทำให้องค์ประกอบของพันธุ์ไม้ในป่าผิดไปจากเดิม สัตว์ที่เคยอาศัยอยู่บริเวณนั้นต้องย้ายที่อยู่

ที่มา : <https://www.matichon.co.th/news/743255>

“บัวตองเป็นพืชต่างถิ่นชนิดรุกรานรุนแรง สามารถทำลายระบบนิเวศดั้งเดิมนับ 1,000 ไร่ และไม่มีท่าทีว่าจะหยุดยั้งได้ โดยบัวตองจะสร้างสารพิษต่อพืชอื่นรอบๆ ทำให้ทั้งข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้า และพืชพื้นเมือง อื่นๆ ได้รับผลกระทบ พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ปลูก”

คำถามข้อ 1 จากข้อความนี้ หลักฐานใดที่ไม่เกี่ยวข้องและไม่สนับสนุนคำกล่าวข้างต้น (1 คะแนน)

1. หลักฐาน A

2. หลักฐาน B

3. หลักฐาน C

การให้คะแนน

1 คะแนน - ข้อ 2

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือตอบไม่ครบทั้ง 2 หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
ความรู้ - ระบบ	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	ท้องถิ่น - สิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนได้ออกมาได้แย้งนักวิชาการว่า ดอกบัวตองมีมานานถึง 20 ปี และไม่ได้ส่งผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจและพืชข้างเคียงแต่อย่างใด

คำถามข้อ 2 จากข้อโต้แย้งของชาวบ้านข้างต้น เด็กหญิงมะลิควรีใช้หลักฐานใดประเมินข้อโต้แย้งดังกล่าวว่าถูกต้องหรือไม่ (1 คะแนน)

1. ข้อ ก 2. ข้อ ข 3. ข้อ ค

ข้อมูลใดที่ช่วยสนับสนุนหลักฐานที่นักเรียนเลือก

.....

.....

.....

การให้คะแนน

1 คะแนน - ตอบถูกต้องทั้ง 2 ข้อ คือ ตอบข้อ 1 และดัชนีการออกของเมล็ดข้าวโพดในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงทุ่งบัวตอง

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย
ความรู้ - ระบบ	เนื้อหา
บริบท	ท้องถิ่น - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามข้อ 3 นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า สารพิษที่ต้นบัวตองสร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสกัดเป็นสารกำจัดศัตรูพืชได้ ทำให้วัชพืชหลายชนิดตาย หากนักเรียนต้องการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้

คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ให้เขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ได้ หรือ ไม่ได้ ในแต่ละข้อ (1 คะแนน)

คำถาม	สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถเพิ่มการสร้างสารพิษของต้นบัวตองให้มากขึ้น หรือไม่	ได้ / ไม่ได้
ต้นบัวตองมีแพร่กระจายมาจากประเทศใด	ได้ / ไม่ได้
ปริมาณของสารพิษในต้นบัวตองเท่าไร ที่ทำให้ศัตรูพืชตายได้	ได้ / ไม่ได้

การให้คะแนน

1 คะแนน - นักเรียนต้องตอบ ได้ ไม่ได้ และได้ ตามลำดับเท่านั้น

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	2. การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ - ระบบ	เนื้อหา
บริบท	ท้องถิ่น - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

สถานการณ์ที่ 2 : สารกำจัดวัชพืช 2,4-D

สารกำจัดวัชพืช 2,4-D หรือ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid มีคุณสมบัติทำให้วัชพืชใบกว้างหยุดการเจริญเติบโต หากมีการใช้สาร 2,4-D ในพื้นที่ดังกล่าวเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดการสะสมสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ยังสามารถแพร่กระจายออกไปในสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้มีการโต้แย้งเกี่ยวกับสารกำจัดวัชพืช ดังนี้

นักวิทยาศาสตร์ที่ห่วงใยชุมชน กล่าวว่า “สารเคมีกลุ่ม 2,4-D หากมีการใช้ในปริมาณที่มากจะมีพิษเฉียบพลันน้อยถึงพิษเฉียบพลันปานกลาง ก่อให้เกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อม น้ำเหลืองในหนูเพศเมีย รวมถึงทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตายได้”

บริษัทขายยากำจัดวัชพืช กล่าวว่า “สาร 2,4-D เป็นสารที่ย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน เนื่องจากโครงสร้างของสารชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับฮอร์โมนออกซิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่พบในพืชทุกชนิด”

องค์การอนามัยโลก ได้ประกาศให้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D เป็นสารอันตรายซึ่งอาจก่อให้เกิดเป็นมะเร็งในมนุษย์ หากมีการบริโภคพืชผักที่ถูกฉีดพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืช 2,4-D

คำถามข้อ 4 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานที่มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือมาจากข้อโต้แย้งอื่น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (1 คะแนน)

ข้อความ	มาจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	มาจากข้อโต้แย้งอื่น
สาร 2,4-D ก่อให้เกิดมะเร็ง		
หนูตายเมื่อได้รับสาร 2,4-D		
ผู้ที่บริโภคปลาที่อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณที่มีการใช้สาร 2,4-D จะมีอาการวิงเวียนศีรษะ		

การให้คะแนน

1 คะแนน - นักเรียนต้องตอบ ข้อโต้แย้งที่มาจากวิทยาศาสตร์ ข้อโต้แย้งที่มาจากวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่มาจากพิจารณาสิ่งอื่น ตามลำดับเท่านั้น

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	โลก - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามข้อ 5 นักเรียนจะให้ข้อแนะนำอย่างไรกับชาวบ้าน หากไม่ต้องการให้ชาวบ้านใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D

.....

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - สารกำจัดวัชพืช 2,4-D อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ เนื่องจากจะมีการสะสมสารพิษ หากมีการใช้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเกษตรกรที่ต้องสัมผัสกับสารชนิดนี้โดยตรง

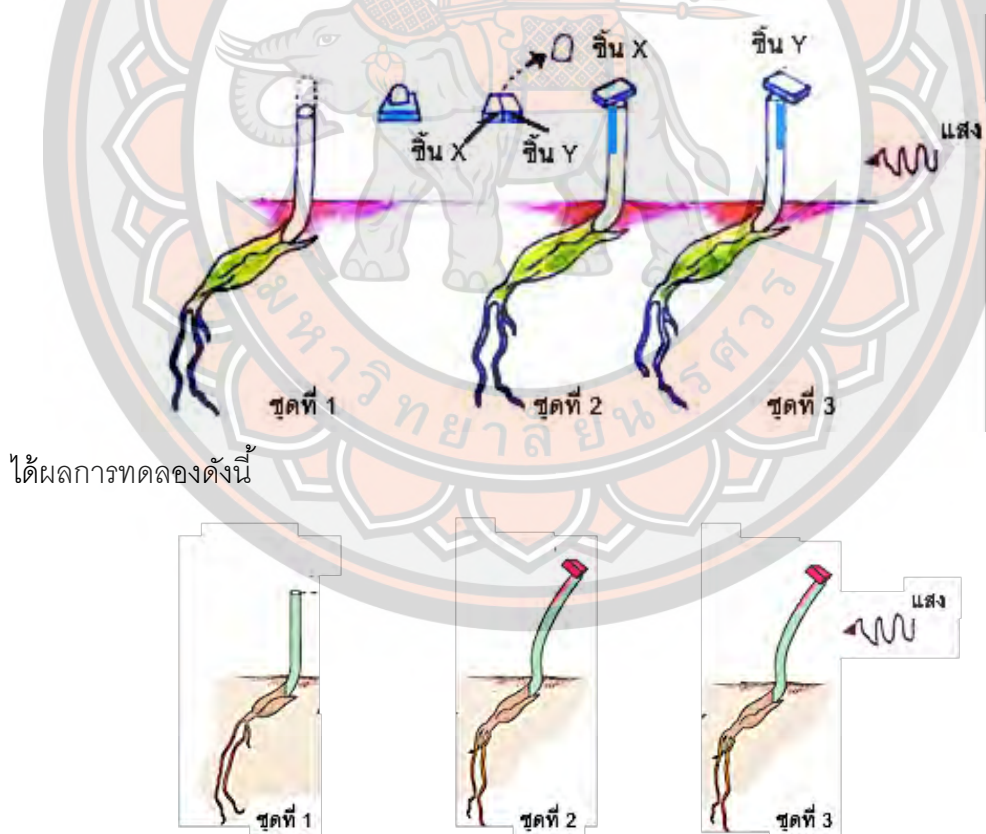
1 คะแนน - เมื่อตอบถูกบางส่วน

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - อธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
ความรู้ - ระบบ	เนื้อหา
บริบท	ท้องถิ่น - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบแบบอิสระ

สาร 2,4-D เป็นฮอร์โมนสังเคราะห์ในกลุ่มออกซินที่มีความเข้มข้นสูง มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช หากใช้ออกซินในปริมาณน้อยจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยจะกระตุ้นเซลล์บริเวณที่มีการยืดตัวให้ขยายขนาดขึ้น ซึ่งพบว่าพืชมีการสร้างออกซินมากที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ซึ่งการทำงานของออกซินนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าต่างๆ เช่น แสงสว่าง แรงโน้มถ่วง อุณหภูมิ เป็นต้น

เด็กหญิงมะลิได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองของต้นกล้าข้าวโพดต่อแสง โดยการตัดปลายโคเลออปไทล์ (coleoptile) ไปวางบนแผ่นวุ้น แล้วนำวุ้นมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นวางลงบนยอดต้นกล้าข้าวโพด โดยมีการจัดชุดทดลอง 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ต้นกล้าข้าวโพดที่ถูกตัดปลายโคเลออปไทล์ ชุดที่ 2 ต้นกล้าข้าวโพดที่วางแผ่นวุ้นบนปลายด้านซ้ายของต้น และชุดที่ 3 ต้นกล้าข้าวโพดที่วางแผ่นวุ้นบนปลายด้านขวาของต้น และนำไปปลูกบริเวณที่มีแสงทั่วถึงดังในภาพ



ชุดที่ 1 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ชุดที่ 2 ปลายโคเลออปไทล์โค้งเข้าหาแสง

ชุดที่ 3 ปลายโคเลออปไทล์โค้งเข้าหาแสง

คำถามข้อ 6 จงอธิบายว่าเหตุใดเด็กหญิงมะลิจึงต้องตัดปลายโคลิออปไฟล์ในชุดการทดลองที่ 1 (2 คะแนน)

.....

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - เพื่อใช้เป็นการทดลองชุดควบคุม ตัวอย่างคำตอบ เช่น เพื่อแสดงให้เห็นว่าบริเวณปลายโคลิออปไฟล์มีออกซินสะสมอยู่ที่ตอบสนองต่อแสง หากมีการตัดออกแล้วต้นกล้าพืชจะไม่สามารถตอบสนองต่อแสงได้ หรือใช้เป็นตัวเปรียบเทียบผลการทดลองของชุดที่ 2 และ 3

1 คะแนน - เมื่อตอบถูกบางส่วน

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้ยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบแบบอิสระ

คำถามข้อ 7 จากการทดลองของเด็กหญิงมะลิ สามารถสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - ปลายโคลิออปโทลล์ของต้นกล้าข้าวโพดมีสารกระตุ้นที่ทำให้พืชโค้งงอเข้าหาแสงได้ หรือสารบริเวณปลายโคลิออปโทลล์สามารถตอบสนองต่อแสง

1 คะแนน - ต้นกล้าข้าวโพดสามารถโค้งงอเข้าหาแสงได้ หรือปลายโคลิออปโทลล์มีออกซิน

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

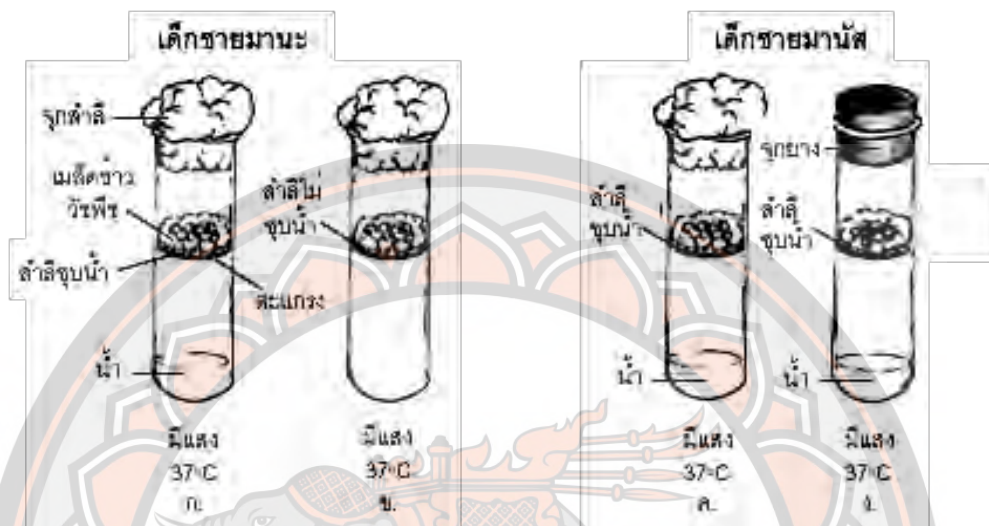
สมรรถนะ	3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - สิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบแบบอิสระ

สถานการณ์ที่ 3 : ข้าววัชพืช

ข้าววัชพืช เกิดจากการผสมข้ามระหว่างระหว่างข้าวป่าที่พบทั่วไปในธรรมชาติ กับข้าวปลูกเกิดเป็นลูกผสมที่มีการกระจายตัวของลูกหลานออกเป็นหลายลักษณะ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่ชาวนาไม่ต้องการ คือ เปลือกเมล็ดสีดำหรือลายน้ำตาลแดง เมล็ดข้าวสารมีสีแดง ปลายเมล็ดมีหาง และเมื่อสุกแก่เมล็ดจะร่วงก่อนเก็บเกี่ยวข้าว โดยข้าววัชพืชมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว มีความสามารถในการแก่งแย่งธาตุอาหารและแสงแดดมากกว่าข้าว บางชนิดออกดอกเร็วกว่าข้าวปลูกปลະเมล็ดส่วนใหญ่มีร่วงก่อน ซึ่งทำให้ชาวนาไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เนื่องจากผลผลิตข้าวได้รับความเสียหาย และมีคุณภาพข้าวลดลง

ที่มา : <http://www.manager.co.th/Daily/ViewNews.aspx?NewsID=9480000114211>

คำถามข้อ 8 เด็กชายมานะและมานัสได้ทำการทดลองดังภาพ โดยนำเมล็ดข้าววัชพืชใส่ในหลอดทดลองที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาว่าเมล็ดข้าววัชพืชจะงอกหรือไม่ จากการทดลองนี้นักเรียนคิดว่าทั้งสองคนจะต้องตั้งปัญหาในการศึกษาว่าอย่างไร (1 คะแนน)



เด็กชายมานะต้องการศึกษา

เด็กชายมานัสต้องการศึกษา

การให้คะแนน

1 คะแนน - เด็กชายมานะต้องการศึกษา น้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ หรือน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่

เด็กชายมานัสต้องการศึกษา อากาศเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ หรืออากาศมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ หรือออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ หรือออกซิเจนมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือตอบไม่ครบทั้งสอง หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามข้อ 9 จากการทดลองของเด็กชายมานะ จงระบุตัวแปรต่างๆ ต่อไปนี้ (2 คะแนน)

1. ตัวแปรต้น

.....

.....

2. ตัวแปรตาม

.....

.....

3. ตัวแปรควบคุม

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - ตัวแปรต้น คือ น้ำ

ตัวแปรตาม คือ การงอกของเมล็ดข้าววัชพืช

ตัวแปรควบคุม คือ ชนิดของเมล็ดพืช จำนวนเมล็ดพืช

1 คะแนน - ตอบถูกต้องบางส่วน หรือตอบถูกต้อง แต่ไม่ครบ

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

มานะและมานัสได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าปริมาณน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชอย่างไร โดยนำเมล็ดข้าววัชพืชปลูกในกระบะทราย และให้น้ำในปริมาณต่างๆ เท่ากันทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

ปริมาณน้ำในดิน (มิลลิลิตร)	ดัชนีการงอกของเมล็ดข้าววัชพืช (เปอร์เซ็นต์)
5	60
10	75
15	90
20	70
25	0
30	0

คำถามข้อ 10 จากตารางบันทึกผลการทดลองให้นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินกับดัชนีการงอกของเมล็ดข้าววัชพืช (2 คะแนน)

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - เมล็ดข้าววัชพืชจะมีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้น หรือปริมาณน้ำในดินที่เพิ่มขึ้น ทำให้เมล็ดข้าววัชพืชมีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น

1 คะแนน - เมล็ดข้าววัชพืชมีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น หรือปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้น

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	1. อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบแบบอิสระ

“ออกซิเจนมีความสำคัญต่อการสร้างพลังงานของเอมบริโอ ในขณะที่เมล็ดงอกจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากเพราะตอนนี้อัตราของเมแทบอลิซึมจะสูง เพื่อนำไปใช้สร้างพลังงานในการแบ่งเซลล์ การลำเลียงสาร และการสร้างส่วนต่างๆ ที่จำเป็นของพืช”

เด็กชายมานะและมานัสได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าววัชพืช โดยนำลำลีชุบน้ำและเมล็ดพืชใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่ และปิดปากหลอดทดลองด้วยลำลีและจุกยาง ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

การทดลองของมานะ

สภาวะ	ผลการทดลอง
นำเมล็ดพืชวางบนลำลีชุบน้ำ และปิดปากหลอดด้วยลำลี	เมล็ดข้าววัชพืชงอก
นำเมล็ดพืชวางบนลำลีชุบน้ำ และปิดปากหลอดด้วยจุกยาง	เมล็ดข้าววัชพืชไม่งอก

การทดลองของมานัส

สภาวะ	ผลการทดลอง
นำเมล็ดพืชวางบนลำลีชุบน้ำ และปิดปากหลอดด้วยลำลี	เมล็ดข้าววัชพืชงอก
นำเมล็ดพืชวางบนลำลีชุบน้ำ และปิดปากหลอดด้วยจุกยาง	เมล็ดข้าววัชพืชงอก

จากผลการทดลองดังกล่าว มานะและมานัสสรุปผลการทดลองได้ ดังต่อไปนี้

มานะ สรุปว่า อากาศมีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าววัชพืช

มานัส สรุปว่า อากาศไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าววัชพืช

คำถามข้อ 11 จากการสรุปผลการทดลองของมานะและมานัส ให้นักเรียนอธิบายถึงความไม่สมเหตุสมผลที่เกิดขึ้นของผลการทดลอง (2 คะแนน)

.....

.....

.....

การให้คะแนน

2 คะแนน - มานะหรือมานัสอาจปิดจุกหลอดทดลองไม่สนิทจึงทำให้มีอากาศเข้าในหลอดทดลอง ส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เนื่องจากหากปิดจุกหลอดทดลองแน่นจะทำให้ไม่มีอากาศในหลอดทดลองเมล็ดจะไม่งอก

1 คะแนน - ตอบถูกต้องบางส่วน

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบในข้ออื่นๆ หรือไม่ตอบ

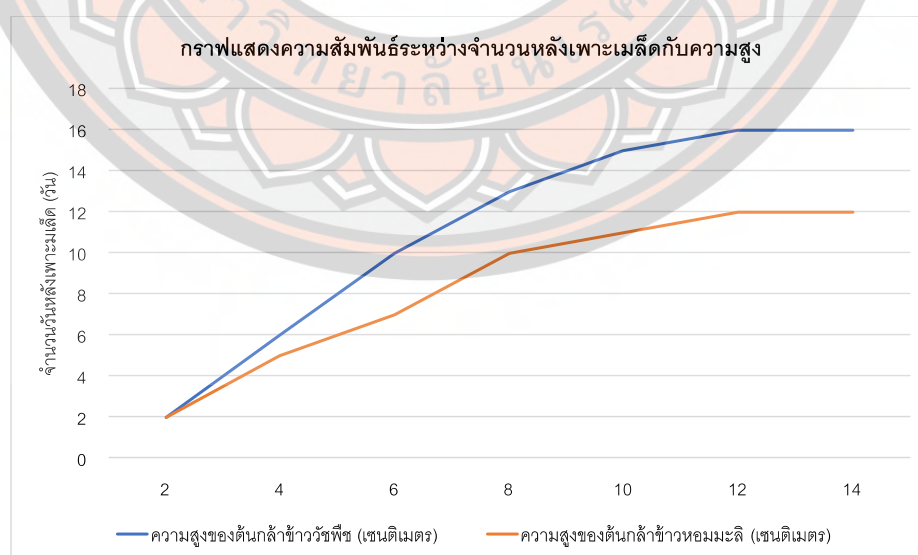
สมรรถนะ	2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ - ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ - ระบบ	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	บุคคล - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบแบบอิสระ

เด็กชายมานะได้ทดลองนำเมล็ดข้าววัชพืชและเมล็ดข้าวหอมมะลิมาปลูกบนกระบะทรายเป็นเวลา 7 วัน เพื่อพิสูจน์ว่าเมล็ดข้าวชนิดใดเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน โดยเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีมวลเท่ากัน มาทดลองได้ผลดังตารางต่อไปนี้

จำนวนวัน หลังเพาะ เมล็ด	ความสูงของต้นกล้าข้าววัชพืช (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นกล้าข้าวหอมมะลิ (เซนติเมตร)
2	2	2
4	6	5
6	10	7
8	13	10
10	15	11
12	16	12
14	16	12

คำถามข้อ 12 จากตารางบันทึกผลการทดลอง ให้นักเรียนวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันหลังเพาะเมล็ดและความสูงของต้นกล้าข้าววัชพืชและข้าวหอมมะลิ พร้อมทั้งระบุชื่อแกนให้ถูกต้อง (2 คะแนน)

การให้คะแนน



2 คะแนน - เมื่อวาดกราฟถูกต้อง และเขียนชื่อแกนได้ถูกต้อง ดังรูปต่อไปนี้

1 คะแนน - เมื่อวาดกราฟได้ถูกต้องบางส่วน หรือเขียนระบุนองศ์ประกอบกราฟบางส่วน

0 คะแนน - เมื่อวาดกราฟไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

สมรรถนะ	3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง
ความรู้ - ระบบ	เนื้อหา
บริบท	บุคคล - สิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	ตอบอิสระ



ภาคผนวก จ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

คาบที่ เวลา น. วันที่ เดือน พ.ศ.

รหัสวิชา ว30243 ชื่อรายวิชา ชีววิทยา 3 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กระบวนการเจริญเติบโตและเทคโนโลยีชีวภาพ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกการสะท้อนผล เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย หรือผู้วิจัยสะท้อน
ผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง
2. ขอให้ผู้ร่วมสังเกตบันทึกแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนว่า
เหมาะสมหรือไม่ ต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และ
เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขของแต่ละขั้น

ผู้ร่วมสังเกต

ครูสอนวิชาชีววิทยา

ผู้วิจัย

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
สังคม และสิ่งแวดล้อม มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ข่าวส่งเสริมให้นักเรียน

1.1.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

ได้ ไม่ได้ ระบุปัญหาที่น่าสนใจเกี่ยวกับสถานการณ์ข่าว

1.1.2 บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามที่แต่ละกลุ่มเสนอสามารถตรวจสอบได้ด้วย

วิธีทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

ได้ ไม่ได้ บอกประเด็นปัญหาที่สนใจสามารถตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

1.3 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

1.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. ขั้นการค้นคว้า

2.1 ผู้วิจัยได้ใช้การสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียน

2.1.1 บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ได้ ไม่ได้ เขียนแนวทางการสำรวจตรวจสอบปัญหาของตนเองในใบ

กิจกรรม

2.1.2 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ได้ ไม่ได้ ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาของตนเอง

2.1.3 อธิบายและประเมินแนวทางที่นักวิทยาศาสตร์จะยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

ได้ ไม่ได้ พุดอธิบายและประเมินแนวทางของตนเองเพื่อยืนยัน

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงคำอธิบาย

2.1.4 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

ได้ ไม่ได้ บันทึก วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นลงในใบ

กิจกรรม

2.1.5 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากทฤษฎีการพิจารณาจากหลักฐานแบบอื่น

ได้ ไม่ได้ พิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นว่าเป็นข้อโต้แย้งหรือ

ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.2 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

2.3 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

2.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

3. ขั้นการระดมความคิด

3.1 ผู้วิจัยได้ใช้การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน

3.1.1 ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบหรือตัวแทนข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ได้ ไม่ได้ ระบุ ใช้ และสร้างรูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาอธิบายเหตุผลของการเลือกแนวทางการปัญหาดังกล่าว

3.1.2 แปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

ได้ ไม่ได้ สรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวจและสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบการนำเสนอแบบต่าง ๆ เช่น แผนภาพ โปสเตอร์ แผ่นพับ เป็นต้น

3.1.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน (หลักฐาน) และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ได้ ไม่ได้ ให้เหตุผลในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดยมีการอ้างอิงถึงหลักฐานที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล

3.2 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

3.3 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

3.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

4. ขั้นตัดสินใจ

4.1 ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดของห้องเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน

4.1.1 อธิบายศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อสังคม

ได้ ไม่ได้ อภิปรายเกี่ยวกับการลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง

4.1.2 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

ได้ ไม่ได้ ประเมินจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มๆ

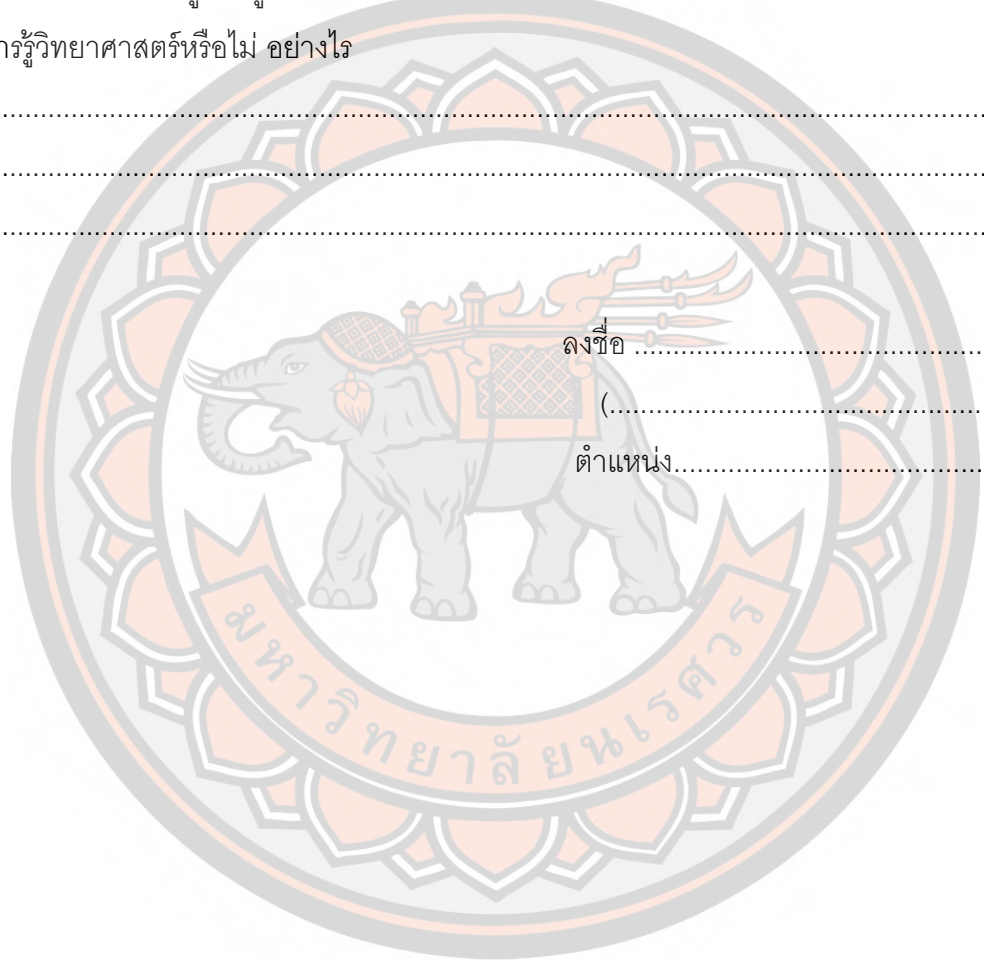
4.2 จุดเด่นของกิจกรรมนี้ คือ

4.3 จุดที่ควรพัฒนาในขั้นนี้ คือ

4.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

5. การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนข้างต้นประสบความสำเร็จต่อการพัฒนา
การรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

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



ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล กุลธิดา ชนาภิมุข
วัน เดือน ปีเกิด 16 กันยายน 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน 31 หมู่ 10 ตำบลพระพุทธบาท อำเภอเขียงกลาง จังหวัดน่าน
55160

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557 วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

